El derrame de petróleo, producido el 30 de enero de 2000, en el río Desaguadero, se constituyó en uno de los más graves accidentes por actividad petrolera en el país. Para Transredes, la resolución del conflicto fue satisfactoria. En cambio, en las comunidades de estudio, ha quedado un sentimiento de impotencia, desaliento y desamparo respecto a la aplicación de las leyes medioambientales en Bolivia.

PIEB

DERRAME DE PETRÓLEO EN EL RÍO DESAGUADERO

investigaciones regionales

ORURO

PIEB

Efectos ambientales y socioeconómicos por el DERRAME DE PETRÓLEO en el río Desaguadero

Juan Carlos Montoya Ch.

Jorge Amusquivar F. Angélica Flores G.

Ángel Mollo M. Pamela Sánchez P.

CENTRO DE ECOLOGÍA Y PUEBLOS ANDINOS

PIEB

Efectos ambientales y socioeconómicos por el derrame de petróleo en el río Desaguadero

INVESTIGACIONES REGIONALES

Efectos ambientales y socioeconómicos por el derrame de petróleo en el río Desaguadero

Juan Carlos Montoya Choque

Jorge Amusquívar Fernández
Angélica Flores Guzmán
Ángel Mollo Mollo
Pamela Sánchez Pereira

Dirección de Postgrado
e Investigación Científica
de la Universidad Técnica de Oruro

Centro de Ecología
y Pueblos Andinos

Programa de Investigación
Estratégica en Bolivia

La Paz, 2002

Esta publicación cuenta con el auspicio del Directorio General para la Cooperación Internacional del Ministerio de Relaciones Exteriores de los Países Bajos (DGIS).

Montoya Ch., Juan Carlos

Efectos ambientales y socioeconómicos por el derrame de petróleo en el río Desaguadero / Juan Carlos Montoya Ch.; Jorge Amusquivar F.; Angélica Flores; Ángel Mollo M.; Pamela Sánchez P. — La Paz : FUNDACIÓN PIEB, Julio 2002.
xvi. 222 p. ; tbls. ; 21 cm. — (Investigaciones Regionales ; no. 3)

D.L. : 4-1-982-02
ISBN : 99905-68-03-0 : Encuadernado

DERRAMES DE PETRÓLEO / CONTAMINACIÓN ACCIDENTAL / CONTAMINACIÓN DE RÍOS / CONTAMINACIÓN DEL SUELO / ECOLOGÍA / EQUILIBRIO ECOLÓGICO / ORURO
1. título **2.** serie

D.R. © FUNDACION PIEB, julio 2002
Edificio Fortaleza, Piso 6, Of. 601
Av. Arce Nº 2799, esquina calle Cordero, La Paz
Teléfonos: 243 25 82 - 243 52 35
Fax: 243 18 66
Correo electrónico: fundapieb@unete.com
website: www.pieb.org
Casilla postal: 12668

Diseño gráfico de cubierta: Alejandro Salazar

Edición: **entrelíneas.** COMUNICACION EDITORIAL
Patricia Jiménez Torrez

Producción: Editorial Offset Boliviana Ltda.
Calle Abdón Saavedra 2101
Tels.: 241-0448 • 241-2282 • 241-5437
Fax: 242-3024 – La Paz - Bolivia

Impreso en Bolivia
Printed in Bolivia

Índice

Presentación IX

Prólogo XI

Introducción XV

CAPÍTULO UNO
MARCO TEÓRICO 1
1. Corrientes ambientalistas y contaminación del medio ambiente 1
   1.1. Referencia teórica 1
   1.2. Contaminación 2
   1.3. Tipología medioambiental 3
2. La contaminación por derrame de petróleo 9
   2.1. Características del hidrocarburo 9
   2.2. El proceso de contaminación 11
   2.3. Componentes del petróleo y su impacto en la salud 14
3. Economía del medio ambiente 16
   3.1. El problema mercado, valor y precio 19
   3.2. Valoración económica del medio ambiente 20
   3.3. Nivel óptimo de contaminación 21
   3.4. Valoración económica de bienes no mercadeables 23
   3.5. Los recursos naturales y el medio ambiente como un activo económico 24
   3.6. Clasificación del valor económico de los bienes ambientales 24
   3.7. Del bienestar individual al bienestar colectivo 25
   3.8. Métodos de valoración ambiental 26
   3.9. Análisis de política ambiental 28
4. Conflicto ambiental 32

4.1. Elementos del conflicto socioambiental 33
4.2. Actores del conflicto 35
4.3. Estructura de redes sociales 36
4.4. Recursos de los actores 37
4.5. Gestión de conflictos ambientales 37
4.6. Vías de solución de conflictos 38

CAPÍTULO DOS
MARCO METODOLÓGICO 39
1. Planteamiento del problema 39
2. Objetivos del estudio 40
3. Diseño metodológico 41
3.1. Área de estudio 41
3.2. Selección de comunidades 41
4. Instrumentos de investigación 44
5. Definición de variables 46
6. Limitaciones en el proceso de levantamiento de información 48

CAPÍTULO TRES
DESCRIPCIÓN DEL MEDIO AFECTADO 51
1. El derrame de petróleo 51
2. Aspectos físico-naturales 52
2.1. Ubicación y descripción hidrográfica 52
2.2. Características geomorfológicas 53
2.3. Clima 55
2.4. Vegetación y flora 56
3. Degradación medioambiental y contaminación 61
3.1. El río Desaguadero 63
3.2. Contaminación de agua 64
3.3. Suelos 66
3.4. Rehabilitación y verificación de canales 71
4. Aspectos físico-naturales en las zonas de estudio 72
4.1. Ubicación y descripción geográfica 72
4.2. Relieves 73
4.3. Pisos ecológicos y clima 73
4.4. Suelos y degradación medioambiental 74
4.5. Flora y fauna 75
5. Aspectos culturales en las zonas de estudio 76
5.1. Toma Toma 78
5.2. Chuquilaca 82

5.3. Huancaroma 83
6. Aspectos económico - productivos de las zonas de estudio 85
6.1. Sistemas agrícolas 86
6.2. Recurso suelo 86
6.3. Principales cultivos, superficie y volúmenes de producción 87
6.4. Recursos hídricos 90
6.5. Praderas nativas y forraje 90
6.6. Sistema pecuario 99
6.7. Producción ganadera 102

CAPÍTULO CUATRO
IMPACTO AMBIENTAL 107
1. Simulación del derrame de petróleo 107
1.1. Descripción del experimento de simulación 107
1.2. Datos referenciales del experimento 108
1.3. Conclusiones del experimento de simulación 109
1.4. Transporte y degradación del petróleo derramado 109
2. Impacto agronómico 114
2.1. Contaminación en la actividad agrícola 114
2.2. Contaminación en la actividad pecuaria 126
2.3. La contaminación ganadera por efecto del derrame de petróleo 127
3. Impacto económico 131
3.1. Derechos de propiedad 131
3.2. Criterios de valoración económica 133
3.3. Impacto económico a corto plazo 135
3.4. Impacto económico a mediano plazo 141
4. Impacto en la calidad de vida 143
4.1. Daños a la salud humana 143
4.2. Impacto en la calidad del agua 144

CAPÍTULO CINCO
CONFLICTO AMBIENTAL 149
1. Identificación de actores 149
1.1. Empresa Transportadora de Hidrocarburos S.A. 149
1.2. Autoridades ejecutivas 150
1.3. Comunarios y población en general 150
1.4. Otros actores 151
2. La fase de denuncias y acciones de contingencia (febrero - abril) 152
2.1. Primeras acciones en la región 152
2.2. Las acciones de Transredes 155

2.3. La reacción de los comunarios 159
2.4. Autoridades 163
2.5. Limpieza 164
3. La fase de negociación (mayo a junio) 168
3.1. El convenio marco se convierte en un contrato privado 168
3.2. Selección de evaluadores independientes 170
3.3. La auditoría ambiental 170
4. La fase de la compensación 174
4.1. Efectos directos y efectos indirectos 175
4.2. Negociación entre evaluadores 175
4.3. Resolve versus evaluadores independientes de la comunidad 176
4.4. La evaluación de Polaris 177
4.5. Negociación entre Transredes y las comunidades 179
4.6. Manifestaciones de oposición 179
4.7. Convenio de transacción 183
4.8. Convenios de compensación 185
4.9. CARE 187
5. Expectativas en torno a la auditoría ambiental 187
6. La dinámica del proceso 188
6.1. Análisis legal del proceso de compensación 190
6.2. Análisis del convenio de transacción entre Transredes y las comunidades 191
6.3. Ejecución de proyectos de desarrollo comunitario o compensación en especie 192
7. La legislación relativa al conflicto 192
7.1. Marco jurídico 192
7.2. Normativa ambiental relacionada al derrame de petróleo 193
7.3. El efecto del daño ambiental en el aspecto socioeconómico 196
8. Las opciones legales 199
8.1. El proceso administrativo 199
8.2. La conciliación extrajudicial 199
8.3. El proceso judicial 201
8.4. Factores que limitaron la aplicación de la legislación ambiental 202

Conclusiones 203

Recomendaciones 209

Bibliografía 213

Autores 221

Presentación

Más de 70 representantes de instituciones del Estado, universitarias, eclesiales, instituciones privadas de desarrollo social, cooperación internacional e investigadores independientes, vinculados al desarrollo del departamento de Oruro, identificaron en noviembre de 1999 las prioridades de investigación en la región.

El proceso fue organizado como paso previo al lanzamiento de la Convocatoria Regional Oruro, modalidad con la que el Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB) busca generar oportunidades para investigar y formar a nuevos investigadores en aquellas regiones alejadas del eje troncal.

Minería, metalurgia y medio ambiente; desarrollo rural, migración e identidades étnicas; comercio y economía informal; Estado y actores sociales; turismo, producción artesanal y microempresa fueron los ejes temáticos identificados como prioritarios para lanzar el concurso, con el apoyo de la Dirección de Postgrado e Investigación Científica (DPIC) dependiente de la Universidad Técnica de Oruro (UTO) y el Centro de Ecología y Pueblos Andinos (CEPA).

Se presentaron a la Convocatoria Regional Oruro, lanzada en diciembre del mismo año, 68 proyectos que involucraron a más de 200 investigadores. Se trata, hasta ahora, de la convocatoria regional del PIEB con mayor número de concursantes. De éstos, ocho proyectos fueron favorecidos con el financiamiento respectivo para investigar temas considerados prioritarios para la región.

Como parte de la línea de difusión y uso de resultados, y de la política del PIEB de democratizar los conocimientos adquiridos, en septiembre de 2001 se presentaron los principales hallazgos de estas investigaciones en un coloquio que contó con la participación

de sujetos de investigación, operadores de políticas públicas, académicos, universitarios y otros sectores de la sociedad civil.

El PIEB ahora pone a consideración de sus lectores siete de estos estudios publicados en su Serie Investigaciones Regionales. *Tras las huellas del Tambo Real de Paria; Dinamitas y contaminantes. Cooperativas mineras y su incidencia en la problemática ambiental*; *Efectos ambientales y socioeconómicos por el derrame de petróleo en el río Desaguadero*; *Ventajas comparativas y competitivas del comercio regional orureño; Tierra y territorio: thaki en los ayllus y comunidades de ex hacienda*; *Del proceso de acompañamiento hacia la autogestión de sistemas de riego; Minería y comunidades campesinas en los Andes. ¿Coexistencia o conflicto?* Estos trabajos ofrecen importantes datos que aportan al desarrollo de Oruro; por otro lado, la rigurosidad de sus planteamientos, los convierte en el referente para otros estudios.

Gilberto Pauwels, director del CEPA, institución que junto a la DPIC acompañó al PIEB en todo este proceso, aseguraba que ésta es la primera vez en la historia del Departamento que en tan poco tiempo estudiosos orureños han podido iluminar tantas facetas de lo que se vive y se piensa en su propio ambiente.

Esperamos, en ese sentido, que estas publicaciones contribuyan con información valiosa a la reflexión, y se constituyan en insumos para la discusión de políticas públicas a favor de Oruro.

Godofredo Sandoval
Director Ejecutivo del PIEB

Prólogo

El presente trabajo de investigación realizado por el equipo de investigadores seleccionados por el Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (PIEB), es un documento de información relevante y actualizada sobre el angustioso accidente que se produjo el 30 de enero del año 2000, con el derrame de miles de litros de petróleo en el frágil ecosistema del altiplano central boliviano.

Este accidente ambiental ha afectado a una gran parte de la población rural campesina que vive de su trabajo agropecuario y que depende de las condiciones bioecológicas de la región, de la calidad de sus suelos agrícolas y del agua de riego para la producción eficiente de sus alimentos.

La población originaria afectada está integrada principalmente por campesinos que viven en la subcuenca del altiplano central (o del Lago Poopó); esta subcuenca es parte de la gran cuenca endorreica conformada por los Lagos Titicaca y Poopó, que se encuentran unidos por del río Desaguadero en la extensa región altoandina, que se despliega por alturas superiores a los 3.600 metros sobre el nivel del mar.

El trabajo de investigación presenta la crónica sistemática del accidente, respaldada por información organizada y cronológica del desastre y del proceso de contaminación petrolífera. Esta contaminación ha afectado las características biofísicas del río Desaguadero, esparciendo el petróleo desparramado con notable rapidez, contaminando sus riberas y gran parte de las áreas que se encuentran bajo su influencia; asimismo, se presenta información relacionada con las actitudes y perspectivas que tiene la población asentada en esta región, que se ha visto conmovida sensiblemente en todo su sistema de vida.

En el libro se establece que las consecuencias de esta catástrofe amenazan a todo el agroecosistema frágil del altiplano, y sus peligrosos resultados son visibles en forma directa. Se describe la intervención de la empresa Transredes, que es la encargada del oleoducto dañado que trasladaba petróleo y sus derivados entre Sica Sica (Bolivia) y Arica (Chile), señalando que la intervención de la empresa buscaba evaluar y aminorar los efectos de la contaminación, aunque carecía de un plan de contingencia coherente.

Se acepta universalmente que existe una obligación inmanente de conservar el medio ambiente y los ecosistemas en este nuestro querido planeta, donde vivimos y nos desenvolvemos como especie y como humanidad; nuestro compromiso se establece en realizar todos los esfuerzos necesarios para preservar y cuidar este "precioso hábitat donde vivimos", responsabilidad y derecho para que las generaciones futuras puedan vivir en un mundo con desarrollo sostenible y apto para su desenvolvimiento en condiciones deseables.

Para hacer frente a esta compleja responsabilidad, es necesario evaluar los efectos regionales y las implicaciones nacionales provocadas por el accidente; con una evaluación socioeconómica y ambiental ecuánime, con fundamentos científicos que investigue causas y efectos del derrame de petróleo, y que en forma responsable y legítima establezca la magnitud de la contaminación, estructurando la evolución del conflicto en el marco de la gestión y normativas vigentes en el país.

El Programa de Investigación Estratégica en Bolivia (Pieb) ha recogido este importante desafío social, al mismo tiempo de continuar con el cumplimiento de sus objetivos básicos, que son los de "incentivar las capacidades locales de investigación y de promocionar a los jóvenes científicos". Así, se ingresa al análisis y evaluación de este significativo problema de "candente actualidad", dando curso al trabajo especializado que, con el título de *Efectos ambientales y socioeconómicos por el derrame de petróleo en el río Desaguadero*, fue desarrollado con excelencia competitiva por parte del equipo multidisciplinario de científicos investigadores conformado por los profesionales: Juan Carlos Montoya, Jorge Amusquívar, Angélica Flores, Ángel Mollo y Pamela Sánchez.

Las conclusiones a las que han llegado se divide en impactos agronómicos, económicos y medioambientales, explicando el conflicto social generado entre los pobladores de las comunidades afectadas, autoridades del gobierno nacional y de la prefectura del departamento, el comité cívico orureño, la opinión pública, la prensa local y nacional, y la

empresa Transredes, como actores principales de este conflicto ambiental, donde se encuentra en juego la posibilidad de una vida digna, sustentable y auto sostenible.

En este contexto, los investigadores han buscado la percepción de las organizaciones ambientales y cívicas, así como la tipificación que se tiene "de estos hechos" en el marco del Código Penal boliviano, especialmente sobre daños ambientales por los derrames de petróleo que se han producido en otras regiones del país, los mismos que permitan comparar sus características y las formas de solución que se han dado en cada uno de los diferentes casos, el interés que han mostrado las comunidades rurales, las tendencias de solución y los parámetros de evaluación de conflictos que se ha registrado.

El estudio recomienda la eliminación del material contaminado para evitar que este material quede expuesto a condiciones de mayor contaminación, que afecten en el futuro nuevas áreas con los problemas consiguientes y perjuicios colaterales.

Para la recuperación de las áreas afectadas y severamente contaminadas, se plantean recomendaciones para las instituciones fiscales y no gubernamentales que se encuentran encargadas de establecer programas de limpieza y remedio de los efectos del derrame de petróleo.

En el estudio realizado en forma multidisciplinaria, se considera que éste no ha sido agotado, por cuanto el conflicto abarca aspectos que todavía dan lugar a nuevos estudios que pueden ser realizados para una evaluación más exhaustiva y con resultados más minuciosos y generalizados.

Es importante destacar que en el estudio han trabajado con ahínco por visualizar todo el escenario involucrado, así como comprender e interpretar a la mayoría de los actores que han participado en la valoración de los daños sufridos y en la demanda de soluciones, los mismos que se encuentran relacionados con el modelo de desarrollo sostenible, y su articulación con las políticas y leyes que tiene la Nación sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, así como en el resarcimiento de daños que han sufrido las poblaciones que padecen sus efectos.

Ing. M.S. José S. Cortés Gumucio

Introducción

El 30 de enero de 2000 se produjo la ruptura del oleoducto Valle Hermoso (Cochabamba)-Sica Sica (La Paz)-Arica (Chile) que transporta petróleo. Eventualmente fueron 29.780 barriles de petróleo crudo (mezclado y condensado) derramados sobre el lecho del río Desaguadero, desplazados por 171 km (más de un millón de hectáreas afectadas) desde el punto de inicio, afectando a 127 comunidades de los departamentos de La Paz y Oruro.

El derrame ha generado impactos de orden ambiental, agronómico, económico y social, que desembocaron en un conflicto ambiental entre las comunidades afectadas y la empresa Transredes, como contaminadora.

Los efectos en el medio ambiente se expresan en la "exposición a la contaminación" de factores como aguas, suelos y sedimentos. Para saber cómo influyó en el ecosistema del río Desaguadero y sus riberas, se ha efectuado una simulación en laboratorio del derrame, para determinar y analizar los efectos en los primeros 10 días.

El estudio tiene como objetivo analizar los daños en el corto y mediano plazo, con efectos directos, en tres comunidades como son Huancaroma, Toma Toma y Chuquilaca.

En el orden agronómico, los impactos del derrame se vieron en las praderas nativas, en los pastos introducidos —que son fuente de alimentación de los ganados— y en los cultivos agrícolas.

En lo económico es relevante la valoración económica del impacto del derrame a corto y mediano plazo, tomando en cuenta los efectos —disminución— en los ingresos de los afectados.

En el aspecto social, se toma en cuenta los impactos en la calidad de vida, como la salud humana, que implican la cuantificación de la morbilidad; también la valoración de la calidad del agua a partir de la disposición a pagar por ella. Corresponde a este concepto el conflicto ambiental, dividido en fases, que se inicia con la identificación de los actores, denuncias y acciones de contingencia; posteriormente se efectúan las negociaciones (proceso de compensación) y, finalmente, la maduración del conflicto. La problemática social está siendo tomada en cuenta en el marco del conflicto social, traducido como un conflicto socioambiental en el que los múltiples factores derivados de las características ambientales y las consideraciones socioeconómicas y culturales derivadas de la dimensión social del conflicto, establecen la relación entre el nivel de organización social respecto de la problemática y la derivación de demandas sociales orientadas a resolver el conflicto.

Esta condición permitirá establecer una relación entre los movimientos ambientales y la problemática ambiental derivada de agentes externos, condición indispensable para una participación social en acciones de gestión ambiental.

CAPÍTULO UNO

Marco teórico

En la actualidad, resulta significativa la importancia que están cobrando los problemas ambientales, así como el reconocimiento de las acciones individuales y colectivas (civiles e institucionales) como iniciativas que refuerzan la existencia de una preocupación por el ambiente y la percepción de la necesidad de asumir una conducta más ambiental en diversos ámbitos; esta percepción varía dependiendo del rol que tenga cada uno en la sociedad.

1. Corrientes ambientalistas y contaminación del medio ambiente

1.1. Referencia teórica

Esta "preocupación" que se señala ha generado una teoría medioambiental sobre causas y efectos en casos particulares, pero también sobre las diversas posiciones ambientalistas. Al respecto, se hace referencia a tres autores que abordan diferentes posiciones. Pearce y Turner, en su libro *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente* expone en la primera parte el carácter de las relaciones entre economía y medio ambiente en la historia del pensamiento económico clásico. Guillermo Foladori, en *Una tipología sobre el pensamiento ambientalista,* elabora una tipología que simplifica y sistematiza las diferencias entre las principales posiciones, como las de los ecocentristas y tecnocentristas quienes perciben al medio ambiente como algo externo a la sociedad humana, a diferencia del marxismo que señala que la naturaleza constituye a la sociedad humana. Además, Foladori presenta elementos comunes entre estas posiciones, concluyendo que forman parte de una misma línea de pensamiento político. Otro autor es Arturo Escóbar que en *El desarrollo sostenible: diálogo de discursos* hace referencia a

los discursos que se manejan en materia ambiental, y la importancia que adquieren los mismos a partir de las relaciones de poder, para adquirir más poder, pues representan a un grupo determinado en la sociedad.

A partir del desequilibrio que ha generado el uso inapropiado de los recursos naturales, surgen enfoques, planteamientos y movimientos que se ocupan de definir nuevamente la relación entre el hombre y su medio ambiente.

Dada la importancia del tema a tratarse y las consecuencias que podría desencadenar el derrame del petróleo sobre el ecosistema aledaño a la ribera de río Desaguadero, y en particular en las comunidades de Chuquilaca, Huancaroma y Toma Toma, se definen los elementos teóricos y conceptuales que guiaron esta investigación.

1.2. Contaminación

Contaminación, según la Real Academia Española, viene del latín *contaminare* que significa "alterar, dañar alguna sustancia o sus efectos de la pureza o el estado de alguna cosa (alimentos, agua, etc.)" (Molfino, 1998).

> ...la alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, ya sea por actividad humana o la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir el bienestar y la salud de especies bióticas. En sentido más amplio, se refiere a cualquier sustancia extraña a un medio dado que permite su degradabilidad, la misma es cuantificable por alteraciones y cambios en organismos de seres vivos, en muchos casos de su muerte e inclusive la extinción de las mismas. La contaminación puede tener caracteres acumulativos y alterar profundamente los ecosistemas. (Crespo, 1999).

En el caso de contaminación de aguas, se define como "la presencia de impurezas tóxicas y no tóxicas en el líquido elemento, producida especialmente por la industria (hidrocarburos), la agricultura y los desechos domiciliarios" (Ibid.: 67). En el caso de contaminación de suelos, es causada por la presencia de sustancias, preparados (agroquímicos), microorganismos o formas de energía en el suelo; la propagación y/o traslado incontrolado de estas sustancias provoca su degradación. (Molfino, *op. cit.*)

La contaminación por hidrocarburos, en el mar o medio líquido, resulta un problema por la constitución del crudo, pues éste no se mezcla con el agua (excepto algunos componentes hidrosolubles), y flota en la superficie formando una película de espesor variable que impide la difusión del oxígeno en el medio líquido, afectando a las especies que los habitan. Cuando el río se contamina "con los 'desperdicios industriales', las

personas que viven río abajo se ven afectadas por el desequilibrio que originan éstos en los servicios suministrados por el río" (Field, 1998).

1.3. Tipología medioambiental

La relación problematizada entre naturaleza y sociedad surge de un proceso de internalización de la importancia del medio ambiente y la aparición de los movimientos ambientalistas. Estos hechos dieron lugar a una serie de discursos referidos a esta realidad y sus consecuencias, mostrando una "descripción objetiva" de la realidad ambiental con una visión excluyente de uno a otro autor. Sobre las ideologías ambientalistas existen diversas posiciones, unas más radicales que otras, cimentadas en otras más generales, como la economía neoclásica, la biología evolutiva ultradarwinista y el marxismo.

De este modo, se distinguen dos formas de relacionarse con la naturaleza y, por ende, dos visiones diferentes; la primera hace referencia a que la naturaleza establece el comportamiento del ser humano por medio de sus leyes (ecocentrista); y la segunda, en contraposición, considera el interés humano como la guía de la relación con el medio ambiente, a partir de las propias necesidades e intereses humanos (antropocentrista).

La concepción ecocentrista, denominada por Escobar (1995) como culturalista, funda sus raíces filosóficas en la crítica al capitalismo y la reivindicación de la naturaleza salvaje, conlleva un trasfondo religioso y es sustentada con la tesis de Malthus sobre la población. Ésta sostiene que la parte natural debe imponer un criterio de comportamiento a la parte social, y determinar la organización humana. Este criterio está construido en base a las leyes de la naturaleza, intrínsecas y externas a la sociedad humana. Reivindica las relaciones de armonía con la naturaleza, fundándose sobre la teoría de los sistemas, la ecología y la interdependencia de los elementos.

R. Rappaport es uno de los representantes que plantea la teoría de los sistemas, tomando de modelo la ecosistémica, que es una tendencia dentro de los estudios de la ecología, también basada en la cibernética. Propone distinguir dos entornos o dicotomías; primero, el operacional que está sustentado por el analista, es decir, *etic* (que se ve desde afuera), segundo, el entorno cognitivo reconocido por la comunidad estudiada cuya dicotomía es *emic* (percepción de adentro).

En los sistemas ecológicos en los que interviene el hombre, "los mecanismos de su autorregulación incluyen importantes componentes culturales, bajo la forma de sistemas simbólicos, pautas de conducta o racionalizaciones" (Reynoso, 1998).

Otro investigador que está dentro de esta corriente es Steward, quien comparte con los boasianos[1] la concepción de la integridad funcional de la cultura, incluso la exportación del entorno. Pone énfasis en la ecología, tipos culturales y evolución multilineal, dando un enfoque alternativo de los "tradicionales" de la evolución cultural, cuya metodología se preocupa por la regularidad en el cambio social. Steward, en su metodología de la ecología cultural, establece la existencia de una interrelación dialéctica entre el entorno natural y la cultura humana, donde las influencias entre éstos no siempre son las mismas; en algunos casos puede predominar el medio ambiente y en otros la cultura.

Se hace mención también a la ecología cultural que presta atención y además está relacionada con la utilización del entorno de modos culturalmente prescritos; el método tiene tres procedimientos, uno es la interrelación de la tecnología explotada o productiva; el otro, los modos de comportamiento por medio de una tecnología particular y, el último, comprobar si los modelos de comportamiento al explotar el entorno afectan otros aspectos de la cultura. Esta herramienta metodológica ayuda a evidenciar la "adaptación" de un grupo cultural a su entorno y si éste puede ocasionar algunos cambios.

Dentro de la corriente ecocentrista existen otras que comparten la misma visión con algunas aristas diferentes; ellos son los preservacionistas, que defienden la opción de no desarrollar y atribuyen a las leyes naturales el carácter de "buenas"[2] frente a las actividades humanas; mientras que los conservacionistas plantean desarrollar manteniendo las características esenciales del hábitat natural. Los verdes o neomalthusianos demandan cambios importantes dentro de la sociedad, referidas al tipo y uso de tecnología, en la necesidad de democratizar la toma de decisiones sobre energía, tecnología y otros; reivindican la idea de Malthus con un aditamento: "este incremento poblacional presiona a la actividad económica creciente que provoca escasez de recursos naturales y desechos con el consecuente deterioro ambiental" (Foladori, s.f.: 13).

---

1 Boas plantea el particularismo histórico, pero además es el precursor del método comparativo; hace mención a que la cultura determina al medio, retoma este concepto para hablar del determinismo ambiental. Habla de difusión, pero también de particularidad, señala que "cada grupo se debe estudiar sólo en su particularidad individual".

2 El discurso ecocentrista "pone énfasis en la cultura como instancia fundamental de nuestra relación con la naturaleza... rescatando el valor de la naturaleza como ente autónomo, fuente de vida no sólo material sino también espiritual" (Escóbar, *op. cit.*: 10).

Se puede considerar como parte de esta corriente la percepción que tienen los grupos étnicos de su hábitat, que alude a considerarlo como un ente personalizado con el cual interactúan; la relación que llevan es de mucho respeto por considerarlo su medio de subsistencia y parte de su cosmovisión.

La cultura andina concibe a su entorno como algo que tiene vida:

> la ecología no es objeto de explotación, sino que incluye al jaqe (comunidad humana), significa la convivencia universal de los seres para el hombre andino, el sistema ecológico es lo mismo que la Pachamama. No sólo son palabras, sino es la manera de pensar, sentir y convivir (Pereira y Mercado, 1996).

La concepción andina de la naturaleza implica la participación de tres elementos fundamentales que son: la comunidad humana (*jaqe*), la naturaleza (*sallqa*) y las deidades (*wakas*); juntas conforman la "colectividad natural" y se encuentran en un continuo diálogo y reciprocidad para estar en equilibrio y armonía con su cosmos, "todo lo que existe está sometido a la ley de la reciprocidad complementaria, es decir darse para la recreación de lo creado" (Ibid).

Este "medio natural y andino es diverso y variable, por ello estas señas no funcionan de la misma manera en diferentes lugares" (Ibid).

Como dice Grillo (1991), hay que comprender que se trata de un estado de continua y total empatía, es decir, vivir en este mundo vivo implica un continuo acuerdo entre todos los componentes de la "colectividad natural":

> ...la incompletitud entre los componentes de dicha colectividad provoca desarmonía a la vida; en el mundo andino no cabe el orden único sino una gran diversidad de órdenes locales y transitorios mudables según circunstancias que la vida misma crea (Ibid).

Para ello manejan otro tipo de lenguaje "explicativo" en la relación hombre-naturaleza:

> el andino no es explicativo, ni demostrativo, ni argumentativo... no es el lenguaje para imponer y dominar a la sociedad y a la naturaleza... el lenguaje es para conversar entre iguales, para dialogar, para mostrar, para narrar, para contar... en el mundo vivo y dinámico de los Andes, nada es definitivamente permanente y nada es definitivamente fugaz (Ibid.).

En la concepción ambiental tecnocentrista, las raíces filosóficas —conocidas también como liberales— se fundan en la confianza que tienen en la ciencia y la tecnología para superar los problemas ambientales. Según esta corriente, el ser humano impone su dominio sobre la naturaleza a través del desarrollo tecnológico, pues concibe a la naturaleza como externa a la sociedad humana, plantea la idea de que el hombre puede dominar y administrar la naturaleza.

Otra corriente tecnocentrista es la de los "cornucopianos", quienes consideran que la solución a los problemas ambientalistas es por medio de la tecnología y el libre mercado con las fluctuaciones de sus precios e instrumentos confiables del equilibrio medioambiental. Tienen una visión unilateral del dominio del ser humano sobre su entorno y una posición política conservadora del sistema capitalista. Expresan un optimismo en la abundancia futura de recursos, pero también en la falta de confianza en las políticas estatales e institucionales, así como en las creencias populares. Otra corriente afín es el desarrollo sustentable, política ambientalista llevada a cabo por la mayoría de los gobiernos, que, a diferencia de los cornucopianos, reconoce la existencia de problemas en el desarrollo capitalista y el medio ambiente, pero susceptibles de ser solucionados con políticas específicas.

El crecimiento económico a costa del entorno ambiental, que representa la producción y distribución en manos del mercado, entiende que es un problema de la sociedad la asignación (distribución) del capital, del trabajo y de los recursos naturales. Pearce se refiere a que el medio ambiente cumple cuatro funciones valoradas; la primera forma parte de la función de producción, en la que el medio ambiente y los recursos naturales se apoyan en los procesos productivos, donde participa la redistribución, la producción de bienes y los servicios económicos. La segunda considera al medio ambiente como un receptor de residuos y desechos, transformándolos en sustancias beneficiosas como los fertilizantes orgánicos. La tercera, que proporciona bienes naturales donde la función de producción de utilidad está dirigida a la economía doméstica; y la última, que constituye un sistema integrado (propio del medio ambiente) para sostener toda una clase de vida.

El medio ambiente tiene valor desde el punto de vista económico, esto "significa contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad" (Azqueta, 1994), que permite compararlo con el valor monetario. Pero los recursos ambientales carecen de precio porque no se ha formado un mercado alrededor de ellos.

El enfoque convencional de la economía se ha preocupado de la formación de los precios de los mercados, dejando de lado el mercado de la biosfera y de la comunidad. Esto ha impulsado a obtener nuevas respuestas, y una de ellas es la economía ambiental,

> se concentra principalmente en cómo y porqué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales. Además, estudia cambiar las políticas e instituciones económicas con el propósito de equilibrar los impactos ambientales con los deseos humanos y las necesidades del ecosistema (Ibid.).

La contribución de la economía ambiental es la investigación, enseñanza, divulgación y aplicación de teoría y herramientas económicas, que le permiten a la economía ambiental integrar en sus modelos tradicionales, con el fin de encontrar soluciones a problemas ambientales. (Van Hauwermeiren, 1998)

Por otra parte, la economía ecológica es

> ...una economía que usa los recursos renovables (agua, pesca, leña y madera, producción agrícola) con un ritmo que no exceda su tasa de renovación, y que usa los recursos agotables (petróleo), con un ritmo no superior al de su sustitución por recursos renovables (energía fotovoltaica) (Martínez, 1995).

Es también una economía que genera residuos sólo en la cantidad en que el ecosistema puede asimilar o reciclar. Mientras, para Van Hauwermeiren es "la ciencia que estudia las relaciones entre sistemas económicos y los ecosistemas, a partir de una crítica ecológica de la economía convencional" (*op. cit*).

Las características de la economía ecológica son:

- Se ocupa de aspectos que se encuentran ocultos por un sistema de precios.
- Aborda los problemas de sustentabilidad a partir de una equidad, distribución, ética y de los procesos culturales.
- Enfatiza los conflictos ecológicos distributivos inter e intrageneracionales.
- Se diferencia de la economía tradicional, cuyo interés es el crecimiento económico, por la importancia que otorga a la sustentabilidad ecológica de la economía.
- Los ecosistemas y el patrimonio natural no son sustituibles por el capital fabricado por el hombre.

- Recomienda el uso adecuado de los recursos renovables (pesca, leña, etc.) que no excedan los límites renovables, y los recursos no renovables (petróleo y minería en general) en un ritmo necesario.
- Su objetivo es conservar la diversidad biológica y reciclar los residuos.
- Adopta una visión a largo plazo, evaluando los costos y beneficios tomando en cuenta los intereses del conjunto de la comunidad.

A diferencia de los dos anteriores, la concepción marxista ambiental o ecosocialista incluye en su definición la relación de la actividad humana con los elementos naturales, pues constituyen parte de la naturaleza, aunque existe un relacionamiento diferencial por sectores, clases, naciones, etc., con responsabilidades e intereses contrapuestos. Es guía del comportamiento humano la forma de producción concreta de cada fase histórica; entonces la

> relación entre sociedad humana y su entorno es dialéctica e histórica, en la medida en que la sociedad transforma la naturaleza, se transforma a sí misma y las posibilidades de transformar a la naturaleza están dadas por el nivel al cual llegaron las generaciones pasadas (Foladori, *op. cit.*)

Se establece una relación histórica entre el ser humano y la naturaleza, y que cambia según la fase de su desarrollo económico, generando nuevas relaciones de producción que crean regularidades y guían el comportamiento con el medio ambiente; la forma de encarar la relación es prioritariamente clasista.

A diferencia de los ecocentristas y de los tecnocentristas, los marxistas critican de esa visión la ausencia de analizar las relaciones económicas de la sociedad capitalista, la separación de la lucha por un medio ambiente y por una sociedad mejor; toda posición sobre medio ambiente es resultado de intereses humanos y responde a concepciones de naturaleza e intereses sobre ella socialmente creados.

Las tres concepciones ambientales descritas conllevan diferentes necesidades de conocimiento, diferentes ámbitos de discusión y diferentes tareas políticas; ellos se presentan con diversos denominativos diferenciales, pero no tan distantes; de este modo se influyen unos a otros tanto en la teoría como en la práctica. También plantean soluciones "mediatas" relacionadas con cambios, ya sea en el comportamiento del ser humano, en el manejo de la tecnología o en el relacionamiento entre naturaleza y hombre. De este

modo no se advierte el proceso que conlleva un conflicto ambiental, por lo cual no han elaborado teorías sobre conflicto y menos conflictos ambientales. En este sentido desarrollamos una base teórica sobre conflicto y conflicto ambiental.

En primer lugar, conflicto se puede entender como una incompatibilidad de intereses en cualquier sociedad; según Maliandi, conflicto:

> ...originalmente, la voz latina *conflictus* significa simplemente "choque", "colisión", algunos clásicos latinos entendieron el significado a la noción de "batalla" o "combate". El vocablo se vincula al verbo *confligo* "igual", "chocar", "confrontar", "combatir". (1984: 8)

2. La contaminación por derrame de petróleo

Cuando se produce un derrame de petróleo, éste manifiesta diferentes cambios físicos y químicos; conocer los procesos que explican dichos cambios y la forma de interactuar de dichos procesos, permitirán explicar cómo se altera la naturaleza y composición de los hidrocarburos con el tiempo.

2.1. Características del hidrocarburo

El petróleo es esencialmente una mezcla compleja de hidrocarburos de naturaleza química diferente que se distinguen por poseer temperaturas de ebullición distintas. Los hidrocarburos presentes en el crudo de petróleo se clasifican en tres tipos generales: parafinas, naftenos y aromáticos. La serie parafínica de los hidrocarburos se caracteriza por la regla de que los átomos de carbono se hallan unidos mediante enlaces sencillos y los otros están saturados con átomos de hidrógeno; se denominan naftenos a los hidrocarburos cicloparafínicos en los que todos los enlaces disponibles de los átomos de carbono están saturados con hidrógeno, hay muchos tipos de naftenos presentes en el crudo de petróleo; pero excepto para los compuestos de peso molecular más bajo, no se tratan generalmente como compuestos individuales. La serie aromática de hidrocarburos es química y físicamente muy diferente de las parafinas y naftenos. Los hidrocarburos aromáticos contienen un anillo bencénico que no está saturado, pero es muy estable, comportándose frecuentemente como un compuesto saturado. Además, hay un cuarto tipo, olefinas, que se forman durante el proceso de deshidrogenación de parafinas y naftenos.

Al considerar la problemática de la contaminación por derrame de petróleo en mar, ríos y lagos, también es permitido hablar en forma genérica del destino del

hidrocarburo derramado. Con frecuencia se hace la distinción entre hidrocarburo no persistente, que tiende a desaparecer rápidamente de la superficie del agua y los hidrocarburos persistentes que, por el contrario, se disipan más lentamente y, por lo general, requieren de una acción de limpieza. Los hidrocarburos no persistentes incluyen gasolina, nafta, kerosén y diesel, mientras que la mayoría de los crudos y productos refinados pesados tienen diferentes grados de persistencia, dependiendo de sus propiedades físicas y del tamaño del derrame.

Las principales propiedades físicas que afectan el comportamiento de un hidrocarburo derramado en el mar o en ríos son la gravedad específica, las características de destilación, la viscosidad y el punto de fluidez. La *gravedad específica* de un hidrocarburo es su densidad con relación al agua pura. La mayoría de los hidrocarburos son más livianos que el agua y tienen una gravedad específica por debajo de uno. Además de determinar si el hidrocarburo flotará o no, su densidad también puede dar una indicación general de las demás propiedades del hidrocarburo. Por ejemplo, los hidrocarburos con una baja densidad específica tienden a ser ricos en componentes volátiles y altamente fluidos; las *características de destilación* de un hidrocarburo describen su volatilidad, a medida que se eleva la temperatura de un hidrocarburo, diferentes componentes alcanzan a su vez su punto de ebullición; la *viscosidad* de un hidrocarburo es su resistencia al flujo, los hidrocarburos de alta viscosidad fluyen con dificultad, mientras que aquellos con baja viscosidad son altamente móviles; finalmente el *punto de fluidez* es la temperatura por debajo de la cual el hidrocarburo no fluye. Si la temperatura del ambiente está por debajo del punto de fluidez, el hidrocarburo se comportará esencialmente como un sólido.

Los componentes del petróleo que nos interesan, desde el punto de vista toxicológico, son los denominados PAHs y BTEX contenidos en el crudo que se transportaba por el oleoducto. La composición global del petróleo derramado puede describirse como "crudo reconstituido, o sea, una mezcla de 60% de crudo reducido y de 40% de gasolina" (Instituto de Ecología, 2000) y como un "fluido compuesto de abundantes fracciones livianas de gasolina y abundantes parafinas normales arriba de nC_{40}" (Polaris, 2000).

Cuadro 1
Composición química del petróleo crudo del oleoducto

Parámetro	Petróleo crudo del oleoducto (muestreo: 21 de febrero 2000)
Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)	*µg/mg*
n-octano	7,93
n-nonano	13,66
n-decano	16,33
n-undecano	13,33
n-dodecano	5,73
n-tridecano	1,66
TPH	466.,6
Hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs)	(mg/kg)
Naftaleno	306,66
Fluoreno	10,33
Fenantreno	120
Fluoranteno	ND
Pireno	21,66
Benzo(a)antraceno	13,33
Criseno	72
Benzo(a)pireno	3,4
Dibenzo(a)antraceno	5,43
PAH totales	4.633,33
Benceno, tolueno, etilbenceno, xileno (BTEX)	(mg/kg crudo)
Benceno	910
Tolueno	3.433,33
Etilbenceno	376,66
m,p-xileno	2.600
o-xileno	780
BTEX total	8.100

Fuente: Polaris 2000, Transredes III, 2000

2.2. El proceso de contaminación

Los procesos de máxima importancia en la etapa inicial de un derrame son esparcimiento, evaporación, dispersión, emulsificación y disolución; los procesos que se dan a largo plazo son oxidación, sedimentación y la biodegradación.

2.2.1. Esparcimiento o expansión

Una vez vertido el petróleo en el río, el esparcimiento es uno de los procesos más significativos durante la fase inicial de un derrame; el hidrocarburo, a causa de su menor densidad, se va extendiendo por encima de la superficie del agua como una mancha coherente y la rapidez del esparcimiento se ve influenciada por la viscosidad. Después de unas pocas horas, la mancha comienza a quebrarse y forma franjas estrechas o "hileras" paralelas a la dirección del viento y de la corriente del río. El esparcimiento futuro dependerá principalmente de las condiciones hidrográficas, tales como la turbulencia del río, velocidad de la corriente y velocidad del viento. De todas formas, el esparcimiento no es uniforme y hay grandes variaciones en el espesor de la mancha.

2.2.2. Evaporación

La fase de evaporación depende principalmente de la volatilidad del hidrocarburo. Cuanto mayor sea la proporción de componentes del hidrocarburo con menor peso molecular, mayor será la evaporación. El grado de esparcimiento inicial afecta la evaporación, debido a que cuanto más grande sea el área superficial de la mancha, más rápidamente se evaporan los componentes livianos. Sin embargo la evaporación no siempre y en cualquier lugar es tan rápida; el grado de evaporación depende de factores medioambientales tales como la temperatura del agua, el viento, la turbulencia y la intensidad de la luz solar. Los componentes orgánicos volátiles del hidrocarburo se incorporan al movimiento de las masas de aire, de tal manera que son transportadas a una cierta distancia, dependiendo de la estabilidad química del hidrocarburo y de la capacidad oxidante del entorno atmosférico. Las formaciones de "mousse" pueden entorpecer la evaporación y prolongar la duración de la mancha de petróleo.

2.2.3. Dispersión

La dispersión es otro de los grandes procesos que actúan para romper las manchas de petróleo, y en muchos casos es el factor principal que determina la vida de éstas. Las condiciones superficiales del río, la turbulencia y el grado de esparcimiento actúan sobre el petróleo derramado para producir gotas de distintos tamaños. Las gotas más pequeñas permanecen en suspensión y se mezclan en la columna de agua; por otra parte, las gotas más grandes se elevan de nuevo a la superficie formando manchas de petróleo de

película delgada. El proceso de dispersión del petróleo puede promover otro proceso como la disolución, la sedimentación y la biodegradación.

2.2.4. Emulsificación

La tendencia de muchos hidrocarburos a absorber agua da lugar a la formación de emulsiones de agua en hidrocarburo, aumentando el volumen del contaminante en un factor entre tres y cuatro veces; dichas emulsiones son extremadamente viscosas y persisten en la superficie del agua, ocasionando un retardo de los demás procesos que harían que se disipe el hidrocarburo.

Los hidrocarburos con contenido de asfaltenos tienden a formas emulsiones estables, denominadas "mousse de chocolate", las emulsiones pueden separarse de nuevo en hidrocarburo y agua si son calentadas por la luz solar en las riberas del río.

2.2.5. Disolución

Aunque la mayoría de los hidrocarburos son moderadamente solubles en agua, la dispersión del petróleo en gotas acelera, probablemente, el proceso de disolución de los hidrocarburos al aumentar la superficie del petróleo expuesta al agua. Los componentes pesados del hidrocarburo se hacen virtualmente insolubles en el agua, mientras que los componentes livianos, particularmente los hidrocarburos aromáticos, tales como el benceno y el tolueno son altamente solubles y pueden tener graves consecuencias, por lo que

> debería recalcarse que los componentes aromáticos más simples del petróleo crudo y del refinado se encuentran entre los más tóxicos, y al ser los más solubles, su impacto sobre el ecosistema marino es mayor de lo que implicarían unas simples consideraciones sobre el equilibrio de masas (The international tanker owners pollution federation Ltd, s.f.: 9).

De manera general, se puede afirmar que el grado en el que se disuelve un hidrocarburo depende de su composición, el grado de esparcimiento, la temperatura del agua, la turbulencia y el grado de dispersión.

2.2.6. Oxidación

El proceso de oxidación es el de menor contribución con relación a los otros en la disipación total del hidrocarburo derramado. Los hidrocarburos pueden reaccionar con el

oxígeno, ya sea para desdoblarse en compuestos solubles o para formar alquitranes persistentes. Muchas de estas reacciones son promovidas por la acción de la luz solar, tomándose como referencia que bajo luz solar intensa las películas delgadas se disipan en tasas no más del 0,1% por día (Ibid.).

2.2.7. Sedimentación

El mecanismo por el cual el petróleo alcanza los sedimentos es mediante la absorción (o la adhesión) de los hidrocarburos de petróleo disueltos y pequeñas gotitas de petróleo por partículas por ejemplo de barro suspendidas en el agua, que posteriormente pueden fundirse en partículas más grandes que son suficientemente densas como para hundirse.

Las aguas poco profundas a menudo están cargadas de sólidos en suspensión que proporcionan condiciones favorables para la sedimentación:

> los ciclos estacionales de acumulación y erosión de sedimentos pueden causar que las capas de hidrocarburos sean enterradas y desenterradas sucesivamente. Las riberas de los ríos que están compuestos de sedimentos de grano fino, probablemente pueden retener el hidrocarburo por largo tiempo (Domenech, 1993).

2.2.8. Biodegradación

Al contener el agua de río una serie de microorganismos, éstos pueden utilizar al hidrocarburo como una fuente de carbono y energía, dando lugar al proceso de biodegradación, cuyas tasas están afectadas principalmente por factores como la temperatura, la disponibilidad de oxígeno y nutrientes. La biodegradación sólo puede ocurrir en la interfase hidrocarburo-agua, razón por la cual el hidrocarburo atrapado en las riberas se degrada muy lentamente y los hidrocarburos de petróleo en los sedimentos de fondo son extremadamente persistentes (Ibid.).

2.3. Componentes del petróleo y su impacto en la salud

Las investigaciones epidemiológicas de derrames de petróleo fueron realizadas en pocas oportunidades, y se centraron particularmente en los trabajadores involucrados en las labores de limpieza, no tanto en los residentes expuestos a ese impacto (Instituto de epidemiología y salud comunitaria "Manuel Amunarriz", 2000).

Las principales fuentes de información para evaluar el riesgo de la salud de cualquier población expuesta a productos contaminantes son los estudios de toxicidad,

usando animales de laboratorio y población humana. El estudio de laboratorio demostró efectos tóxicos en aves, con una disminución de los glóbulos rojos de la sangre y glóbulos blancos en órganos linfoides, además de la disminución en su capacidad de reproducción. La administración de crudo ha causado cambios funcionales hepáticos y tumores en la piel de las ratas, y los efectos en su reproducción se han manifestado en la reducción del peso y la longitud de los fetos; con relación a los salmones, se ha demostrado en éstos una inhibición del desarrollo testicular. En animales salvajes se ha evidenciado que los derrames de petróleo son responsables de masivas muertes de aves marinas, presencia de anemia hemolítica en patos; en mamíferos se ha encontrado diferencias significativas de niveles de hemoglobina en la sangre y de peso, también se ha reportado un aumento de mortalidad en focas. La proximidad del ganado a lugares de derrame ha dado por resultado el envenenamiento de los animales por ingestión de crudo, pero la causa más común de enfermedad o muerte de estos animales es la neumonía por aspiración, la cual puede causar un crónico deterioro de la salud, con muerte después de varios días o semanas.

- El estudio en humanos estableció que los componentes del petróleo pueden entrar en contacto con el cuerpo humano a través de tres rutas: la absorción por la piel, la ingestión de comidas y bebidas y la inhalación a través de la respiración. La contaminación por petróleo no está limitada al área cercana de exposición, cuando el petróleo contamina el medio ambiente, los componentes más pesados tienden a depositarse en los sedimentos desde donde pueden contaminar repetidas veces las fuentes de agua o ser consumidos por organismos que pueden entrar en la cadena alimenticia del hombre; los componentes más ligeros del petróleo pueden evaporarse en cuestión de horas y ser depositados a gran distancia de su lugar de producción a través del aire o del agua. Un estudio llevado a cabo años después de un derrame del buque petrolero Exxon Valdez, en las costas de Alaska en 1989, sugirió un aumento de los transtornos de ansiedad, desórdenes postraumáticos de stress y síntomas de depresión en las comunidades afectadas por el derrame. Un estudio reciente realizado en la amazonia del Ecuador (Informe Yana curi, 2000) demuestra que las mujeres expuestas presentaron una mayor frecuencia de hongos en la piel, cansancio y síntomas de irritación en la nariz y los ojos, dolor de cabeza y la garganta, dolor de oído, diarrea y gastritis; en la salud reproductiva, las

mujeres presentaron un riesgo de abortos espontáneos 2,5 veces más alto; el riesgo de la población a padecer cáncer es particularmente elevado en laringe, hígado, piel, estómago y el linfoma. En resumen, diferentes estudios realizados en poblaciones humanas sobre el impacto en la salud de derrames petroleros han mostrado que las poblaciones expuestas enfrentan un elevado riesgo de efectos graves y no reversibles en la salud. Los componentes del petróleo pueden ser: tóxicos, la inhalación, ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad conduce a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales. Por absorción única, repetida o prolongada se causan graves daños a la salud, posiblemente irreversibles, con efectos cancerígenos, mutágenos o tóxicos para la reproducción. Nocivos, con efectos similares al anterior, y peligro de sensibilización por inhalación. Irritantes, sin ser corrosivas, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o con las mucosas. Peligro de sensibilización por contacto. Peligrosos para el medio ambiente; en caso de ser liberado en el medio ambiente acuático y no acuático puede producirse un daño del ecosistema por cambio del equilibrio natural inmediatamente o con posteridad (ver Cuadro 2).

3. Economía del medio ambiente

Cuentan que cuando un joven periodista le preguntó a Maurice Chevalier sobre lo que suponía llegar a viejo, respondió:

> —Hombre, es una lata. Las piernas flaquean, duelen las articulaciones, te quedas dormido en las reuniones, la memoria ya no acompaña. Pero bueno, a la postre, tampoco está tan mal... si tiene usted en cuenta la alternativa (Azqueta, *op. cit.*).

Parafraseando a Maler, probablemente algo parecido pueda decirse a favor de las técnicas que el análisis económico ha propuesto para la elaboración de intangibles en general, y de la calidad ambiental en particular. En efecto, los supuestos de partida, así como el análisis aplicado a los mismos, son discutibles; el contenido ético de los procesos de elaboración que se proponen no es siempre fácilmente aceptable; la ausencia de datos obliga muchas veces a tomar atajos peligrosos. Todo esto es cierto. La esperanza radica, sin embargo, en que aun teniéndolo en cuenta, el análisis económico proporcione algún tipo de información allí donde no exista, que sea relevante (y no excluyente).

Cuadro 2
Características toxicológicas de algunos componentes del petróleo

Sustancia	Categorías de peligro	Clasificación suiza	Clase de peligrosidad para el agua
Benceno	Carcinogénico, fácilmente inflamable, tóxico	Tóxico muy fuerte (cancerígeno, mutágeno, teratógeno)	Sustancia muy peligrosa para el agua DL50 oral rata 930 mg/kg DLlo oral hombre 50 mg/kg CL 50 inhalativo rata 44 mg/l4h
Tolueno	Fácilmente inflamable, nocivo	Sustancia no inocua Concentración máxima admisible 50 ml/m^3, 190 mg/m^3	Sustancia peligrosa para el agua DL 50 oral rata 636 mg/kg
Etilbenceno	Fácilmente inflamable, nocivo	Sustancia no inocua Concentración máxima admisible 100 ml/m^3, 440 mg/m^3	Sustancia débilmente peligrosa para el agua DL 50 oral rata 3.500mg/kg
Xileno	Inflamable, nocivo, irritante	Sustancia no inocua Concentración máxima admisible 100 ml/m^3, 440 mg/m^3	Sustancia peligrosa para el agua DL 50 oral rata 4.300 mg/kg DLLo oral hombre 50 mg/kg CLLo inhalativo hombre 424 mg/m^3
Etiltolueno	Inflamable	Sustancia no inocua	Sustancia muy peligrosa para el agua
Mesitileno	Inflamable, irritante	Sustancia no inocua	Sustancia muy peligrosa para el agua CL 50 inhalativo rata 24 mg/l, 4h
Cumeno	Inflamable, irritante	Sustancia no inocua Concentración máxima admisible 50 ml/m^3, 250 mg/m^3	Sustancia débilmente peligrosa para el agua DL 50 oral rata 1.400 mg/kg
Naftaleno	Peligroso para el medio ambiente	Tóxico fuerte	Sustancia peligrosa para el agua DL oral rata> 2.000 mg/kg DLLo oral niño 2.000 mg/kg
Acenafteno		Tóxico muy fuerte (cancerígeno, mutágeno, teratógeno)	Sustancia muy peligrosa para el agua DL 50 oral rata> 16.000 mg/kg
Fluoreno		Tóxico fuerte	
Fenantreno	Irritante	Sustancia no inocua	Sustancia peligrosa para el agua DL ratón 700 mg/kg
Antraceno		Sustancia no inocua	Sustancia muy peligrosa para el agua DL oral rata > 16.000 mg/kg
Pireno		Tóxico fuerte	Sustancia muy peligrosa para el agua DL rata 2.700 mg/kg
Criseno	Carcinogénico, mutagénico, tóxico para la reproducción		Sustancia muy peligrosa para el agua

Fuente: Merck, 2000. Elaboración propia.

Al fin y al cabo, lo supuestos, una vez explicitados, son modificables; el análisis se puede aplicar de distintas formas; la información, poco a poco, se va obteniendo; y sobre ética se puede discutir y analizar hacia dónde lleva cada planteamiento. Y no olvidemos que la alternativa bien puede dejar abierta de par en par la puerta a la arbitrariedad, en un proceso de toma de decisiones en cualquier caso ineludible.

El medio ambiente cumple toda una serie de funciones que afectan al bienestar de la sociedad. Cambios en la calidad, por lo tanto, tienen un efecto directo sobre él. No puede olvidarse, sin embargo, que por encima de todas las funciones derivadas, el medio ambiente es esencial para la vida misma y su continuidad. En este sentido, el medio introduce una serie de restricciones, unos límites que no se pueden traspasar, que se deben respetar. En este sentido, es la ecología la encargada de delimitar los estados de la naturaleza viables. Al análisis económico le quedaría la no desdeñable tarea de discutir, entre otras cosas, la compatibilidad de los distintos modelos de crecimiento (de organización social) con esos límites ecológicos; analizar las vías más adecuadas para respetarlos; los cambios económicos e institucionales que habrían de introducirse, en su caso, para lograrlo; y los efectos macro y microeconómicos que la adopción de estas medidas supondría. No es tarea despreciable, pero en ella el estado del medio ambiente aparece como una restricción: delimita lo que es viable y lo que no es. No tiene mucho sentido planearse su valoración económica, ya que no es posible elegir entre distintos estados posibles.

Problemas como la calidad del agua de un río a su paso por un núcleo urbano, el nivel de ruido que soportamos, la protección de un determinado espacio natural, la apertura de nuevas zonas para el disfrute de la naturaleza, o sobre la calidad del paisaje (urbano o rural) tienen algo en común: la capacidad de elección. El estado viable de la naturaleza no es único, por lo que tendría sentido preguntarse por el valor económico, por el bienestar que la sociedad deriva de la calidad ambiental que los define, sin olvidar, además, que la calidad ambiental sobre la que decide, es el resultado de la propia actividad de la sociedad, porque prácticamente toda la producción, incluso el consumo de bienes y servicios, es contaminante —agresora del medio— en mayor o menor medida. No existe forma de producir y distribuir energía eléctrica, de construir una carretera, que no altere el medio. Sin embargo, como no parece que la sociedad esté dispuesta a prescindir de los servicios, será conveniente conocer cuál es el coste ambiental que estas actividades suponen, para poder decidir hasta dónde valen la pena,

teniendo en cuenta que este costo debe reflejar el valor de la calidad ambiental para nosotros, y para los que vienen detrás.

En general, la ecología y las ciencias básicas informan sobre las características de cada uno de los estados de la naturaleza viable, su posible evolución e interrelaciones. A partir de ahí, la sociedad decide lo que quiere. El análisis económico que se presenta pretende contribuir a facilitar este proceso de decisión, intentando descubrir cómo valora la sociedad cada uno de estos posibles estados naturales llevando a cabo, en definitiva, un proceso de valoración económica de la calidad ambiental.

3.1. El problema mercado, valor y precio

Uno de los problemas económicos básicos de los que ha de ocuparse una sociedad es el de la asignación de recursos. Planteado en términos muy simplistas esto querría decir, sencillamente, que la sociedad tiene que tomar una decisión sobre cómo distribuir unos recursos escasos (capital, trabajo, recursos naturales, etc.) en la producción de unos bienes cuya demanda parece superar siempre las posibilidades de la oferta. De hecho, la reflexión sobre los problemas que supone la asignación de recursos es tan vieja como el propio análisis económico. Más antigua es, por supuesto, su solución: la humanidad lo ha resuelto, de una u otra forma, desde el inicio mismo de la vida organizada. Y lo ha hecho de mil maneras diferentes. Pensemos en las organizaciones tribales, los grandes imperios de la antigüedad, los gremios medievales, las plantaciones esclavistas, las monarquías absolutas, las sociedades llamadas socialistas, etc. De todas ellas, sin embargo, una parece haberse impuesto, para bien o para mal: el sistema de mercado, recomendado por los primeros economistas teóricos como el mejor. Su funcionamiento es sencillo, en un mercado idealmente competitivo concurren toda una serie de agentes económicos (productos, trabajadores y consumidores) quienes actúan de manera "racional", es decir, tratando de maximizar unas funciones-objetivo, previamente definidas en el modelo, y generan, a través de su interacción, unos precios. Estos precios o señales son las que determinan, finalmente, la solución al problema de asignación de unos recursos escasos. Si la sociedad funcionara como el modelo descrito, no habría problemas. Sin embargo, el mercado de la vida real se parece poco al ideal del modelo, tiene imperfecciones, como la competencia imperfecta (monopolios, oligopolios, etc.), la falta de información y la existencia de bienes (males) que carecen de mercado, y de un precio, como bienes públicos, recursos comunes o las externalidades en términos generales (Azqueta, *op. cit.*).

El mismo autor indica que es importante mencionar algunas características con respecto a esto último:

- Externalidades, se dice que estamos en presencia de una externalidad (economía externa), cuando la actividad de una persona (o empresa) repercute sobre el bienestar de otra, sin que se pueda cobrar un precio por ello, en uno y otro sentido.
- Bienes públicos, vienen éstos caracterizados por dos propiedades fundamentales:
- No exclusión, lo que quiere decir que cuando el bien en cuestión se ofrece a una persona, se ofrece a todas; es decir, no puede excluirse a nadie de su disfrute, aunque no pague por ello. Los bienes públicos no pueden ser racionados, por tanto, a través del sistema de precios.
- No rivalidad en el consumo, cuando alguien consume el bien, lo disfruta o lo sufre, no reduce el consumo potencial de los demás.
- Los recursos comunes están caracterizados por la libertad de acceso. Ello implica que su uso y disfrute no tiene ningún costo pero, a diferencia de lo que ocurre con los bienes públicos, en muchos casos existe la rivalidad en el consumo (Ibid.).

3.2. Valoración económica del medio ambiente

Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo; necesariamente el común denominador será el dinero. Para algunos autores esto constituye ya un anatema, proponer una valoración monetaria, de algo que es invaluable. Para Azqueta (*op. cit.*), esto supone incurrir en una confusión de conceptos: valoración monetaria no quiere decir valoración de mercado, tendría que probarse, para descalificar este tipo de medida del bienestar (la monetaria), que el denominador común elegido (el dinero) condiciona hasta hacer inaceptable la función de bienestar social utilizado.

3.2.1. ¿Qué da valor al medio ambiente?

La respuesta no es sencilla. Existen posturas enunciadas por estudiosos del tema. De acuerdo a la afirmación de Pearce y Turner. "...la naturaleza no humana tiene un valor intrínseco, inherente y posee, por tanto, derechos morales y naturales..." (*op. cit.*), el medio ambiente tiene un valor *per se*, no necesita nada ni nadie que se lo otorgue. Las cosas tienen valor en tanto y en cuanto contribuyan a la integridad, estabilidad y belleza de la comunidad biótica. Para los defensores de esta postura, el medio natural y los recursos naturales tienen valor en sí mismos.

En el otro extremo están los que comparten una ética antropocéntrica. Para ellos, lo que confiere valor a las cosas, incluido el medio ambiente, es la relación con el ser humano (Azqueta, *op. cit.*).

3.2.2. ¿Quién expresa estos valores?

Se puede enfocar desde dos direcciones claramente diferenciados, el espacio y el tiempo. Con relación al espacio, ¿de quién es el medio ambiente y los recursos naturales?, ¿es patrimonio nacional o local?, ¿es, por el contrario, patrimonio de la humanidad?

Desde el punto de vista ético, no parece justo que los menos culpables de que las cosas hayan llegado a extremos —países y regiones poseedores de los recursos naturales— tengan que renunciar al disfrute de los rendimientos económicos que se les podría proporcionar. Y ello porque se lo demandan, en nombre de la humanidad, quienes no tuvieron ningún reparo en acabar con lo que les había correspondido —países desarrollados.

El planteamiento desde el punto de vista económico, como posible solución, es que el régimen de propiedad es el más eficiente a la hora de garantizar la utilización sostenible del medio ambiente.

Con relación al tiempo, el valor estaría en los eventuales derechos de las generaciones futuras.

3.2.3. ¿Cómo se expresan estos valores?

Se partiría de una valoración individualista y de mercado; se valora tal y como lo haría un mercado hipotético (modelo de competencia perfecta). En este caso los consumidores son los que determinan la estructura productiva y distributiva de la sociedad (incluido el nivel de calidad ambiental), lo que supone aceptar la soberanía del consumidor (la persona es mejor juez sobre su propio bienestar) y la democracia de mercado (la gente expresa en él sus preferencias). Sin embargo, el análisis desemboca en un tipo de valoración económica muy discutible (Ibid.).

3.3. Nivel óptimo de contaminación

Existe una relación entre contaminación y desarrollo; es decir, a mayor contaminación mayor desarrollo económico. Por lo tanto, es difícil la contaminación cero y esperar desarrollo, por lo que es necesario llegar a un nivel de contaminación óptima; por eso en los

últimos años hay una fuerte tendencia hacia la "industria limpia" y el uso de energía no contaminante (hidroelectricidad, energía solar, etc.).

3.3.1. La contaminación como una externalidad

La definición económica de la contaminación depende tanto del efecto físico de los residuos sobre el medio ambiente como de la reacción humana. El efecto físico puede ser biológico (cambio de especies, perjuicios a la salud), químico (efecto de la lluvia ácida sobre las superficies de los edificios), auditivo (ruido). La reacción humana se resume como una pérdida de bienestar (Pearce y Turner, *op. cit.*).

Los mismos autores indican que el significado económico de la contaminación se puede observar en el siguiente ejemplo:

> Una industria en una cabecera de cuenca vierte residuos en el río, provocando la falta de oxígeno en el agua. A su vez, la reducción del oxígeno produce una pérdida de peces en el río, lo que produce pérdida financiera o de ocio a los pescadores río abajo. Si los pescadores no se ven compensados por su pérdida de bienestar, la industria río arriba continuará sus actividades como si el daño producido corriente abajo no tuviera nada que ver con ellos. De ello se dice que generan un costo externo. Un costo externo también se conoce como una externalidad negativa o deseconomía externa. Si el caso fuera de un agente que generara un nivel positivo de bienestar para un tercero, se tendría el caso de un beneficio externo.

Un costo externo existe cuando se dan dos condiciones: una actividad de un agente provoca una pérdida de bienestar a otro agente; la pérdida de bienestar no está compensada.

Se define externalidad a cualquier acción ejecutada por un individuo consumidor o por un individuo productor que afecte o influya en la función de utilidad de otro consumidor o la función de beneficios de otro productor.

> Las externalidades pueden ser positivas o negativas; si son negativas en términos de bienestar social se traducirán en forma de costos económicos ambientales para las personas afectadas por la externalidad ambiental (Mendieta, 1999).
> ...existe una externalidad siempre que las actividades de un agente económico afectan a las de otro de una manera que no se refleje en las transacciones de mercado (Nicholson, 1998).

3.3.2. La externalidad óptima

Para la existencia de una externalidad óptima debe cumplirse la condición de que si la pérdida de bienestar se acompaña de una compensación por parte del agente que causa la externalidad, la externalidad se internaliza.

> El nivel de externalidad óptima se produce cuando se produce la intersección de los beneficios privados marginales netos (contaminador) y los costos marginales (costo externo total de descontaminar). Es decir, el contaminador debería incurrir en gastos de disminuir su contaminación y el afectado tolerar un nivel de contaminación (Pearce y Turner, *op. cit.*).

3.4. Valoración económica de bienes no mercadeables

El análisis costo-beneficio es el cálculo de pérdidas y ganancias que representa para un individuo, por ejemplo, la crianza de ovinos; el productor puede estimar si efectivamente gana o pierde al dedicarse a esta actividad. Al introducir instrumentos económicos en la valoración, como la tasa de descuento, se puede inferir en las generaciones futuras, las que pueden ser afectadas con las consecuencias del daño ambiental de acuerdo a las características presentadas en la actualidad (Mendieta, *op. cit.*). Sin embargo, para bienes no mercadeables la valoración económica es distinta si definimos como bienes no mercadeables a todos aquellos que no tienen un precio ni un mercado convencional donde pueda determinarse libremente su precio a través de la interacción de las curvas de oferta y demanda.

Por lo general, en las discusiones sobre valoración de bienes no mercadeables, sale a relucir la pregunta de: ¿por qué es interesante la valoración de los recursos naturales y ambientales? Existen tres argumentos muy importantes para creer interesante y necesaria la valoración de estos tipos de bienes.

Primero, es el problema de las fallas de mercado que causa fundamentalmente una asignación deficiente de estos bienes. Segundo, es la forma de proveer los bienes públicos a la sociedad de una manera eficiente. Tercero, resulta de la presencia de los daños causados por la contaminación que traen consigo pérdidas significativas en el bienestar social, ya sea por deterioro o por carencia de los recursos naturales y ambientales.

Ante la imposibilidad de valorar los bienes de naturaleza no mercadeable por medio de los métodos de valoración convencionales, surgen dos enfoques principales para dirigir ese proceso de valoración. Los métodos directos se basan en la utilización de observaciones sobre el comportamiento de los individuos en mercados convencionales observables que se relacionan con los bienes no mercadeables. El segundo enfoque se

plantea en la necesidad de hacer valoración para lo cual no se cuenta con ningún tipo de información sobre las cantidades transadas y precios de éstos.

Las metodologías juegan un papel crucial en la evaluación de las políticas ambientales y, en general, de cualquier política pública, para poder generar eficiencia económica en el uso de los recursos naturales y ambientales, las políticas costo efectivas, que es importante calcular el valor económico del daño ambiental para el caso de la afectación negativa del recurso ambiental o también para encontrar el valor económico de los beneficios percibidos por una política de conservación o de recuperación de bienes ambientales (Ibid.).

3.5. Los recursos naturales y el medio ambiente como un activo económico

En la actualidad es de todos conocido que recursos naturales como bosques, recursos pesqueros y atributos ambientales como calidad de agua producen flujos de bienes y servicios muy importantes para las personas. El equilibrio de estos flujos de bienes puede ser afectado de manera significativa por cualquier proyecto de inversión. Los impactos generados sobre el medio ambiente se traducen en pérdidas de bienestar para la sociedad en forma de costos y beneficios económicos.

Por otra parte, debido a su característica de bien público, los derechos de propiedad común y las externalidades en la mayoría de los casos, los recursos naturales y ambientales no cuentan con precios de mercado que refieren su verdadero valor. Este hecho trae como consecuencia la generación de ineficiencia económica en el uso de los recursos naturales y ambientales debido a que éstos no son asignados a los diversos usos según su verdadero valor.

Freeman (1990) puntualiza que el valor económico de un sistema de recursos naturales y ambientales considerado como un activo equivale a la sumatoria del valor presente descontado de todos los bienes y servicios que provee. De esto se desprende cualquier política pública tendente a incrementar el valor presente de este.

3.6. Clasificación del valor económico de los bienes ambientales

Una clasificación influenciada según las responsabilidades de tipo legal y administrativo de control de la contaminación de cuerpos de agua y del aire y la asignación de responsabilidades en el manejo de recursos como peces, bosques y parques nacionales que clasifica a los recursos naturales y ambientales por tipo de recurso y ambiente.

Tomando en cuenta el receptor del impacto, pueden ser directos sobre los humanos, impactos sobre los ecosistemas y mecanismos biológicos e impactos sobre sistemas no vivientes.
Otra son los canales económicos de valoración. Dando lugar a la valoración por medio de mercados indirectos analizando el cambio en el ingreso de los productores y el cambio y la disponibilidad de los bienes y servicios mercadeables por los consumidores. O por medio de mercados directos en los cuales se miden los cambios y la disponibilidad de bienes que no poseen mercado (Freeman, *op. cit.*).

3.7. Del bienestar individual al bienestar colectivo

3.7.1. Derechos individuales sobre el medio ambiente

Valor de uso. Es el valor determinado por la disponibilidad a pagar que ofrecen los individuos por usar actualmente el medio ambiente.
Valor de opción. Valor representado por la disponibilidad a pagar de los individuos por utilizar el medio ambiente en el futuro, siempre y cuando no lo utilicen hoy.
Valor de existencia. Valor representado por la disponibilidad a pagar de los no usuarios por la preservación del medio ambiente. En este caso, la decisión de pago de los no usuarios no está relacionada con el valor de uso actual o futuro del ambiente y solamente están influidas por motivos altruistas (Mendieta, *op. cit.*).

3.7.2. Clasificación de funciones económico-ambientales

- **Funciones mercadeables.** Por medio de éstas se pueden expresar los impactos ambientales en cantidades físicas y bienes que pueden ser mercadeables a un precio determinado, donde los precios de los bienes pueden ser utilizados como una aproximación al valor económico del bien en los mercados locales. Para un bien o servicio mercadeable, los cambios en el bienestar se definen en términos del área bajo la curva de demanda hicksiana.
- **Funciones comerciables.** Permiten expresar los efectos ambientales en bienes que pueden ser mantenidos en mercados internacionales a un determinado precio. Este precio puede servir como una unidad de medida de valor económico del bien a nivel internacional.
- **Funciones no mercadeables.** Asignan un valor económico a los impactos ambientales, no por medio de los mercados convencionales, sino por medio de la construcción de mercados hipotéticos para los bienes y recursos ambientales (métodos de valoración directa). O infiriendo su valor a partir del componente de los

individuos en mercados de bienes relacionados con el bien ambiental (método de valoración indirecta) (Freeman III, *op. cit.*).

3.8. Métodos de valoración ambiental

3.8.1. Método de valoración directa

> La valoración consiste en la estimación directa del valor a partir de las observaciones del comportamiento en los mercados y a partir de respuestas a preguntas sobre situaciones hipotéticas. Estos enfoques requieren observaciones de los precios de los bienes valorados o expresiones de la disponibilidad a pagar o aceptar como esquema de compensación (Mendieta, *op. cit.*).

Por otro lado, Azqueta menciona que existen dos razones para aplicar este método de valoración económica:

> Por un lado, porque en muchas ocasiones son los únicos utilizables: cuando no se puede establecer el vínculo entre la calidad del bien ambiental y el consumo de un bien privado. Por otro, porque habida cuenta de las dificultades y limitaciones de los métodos indirectos, no dejan de representar un mecanismo de valoración alternativo que puede resultar sumamente útil a efectos de comparación.

Valoración contingente

Consiste en simular por medio de encuestas y escenarios hipotéticos un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado. Esta metodología persigue como objetivos evaluar principalmente los beneficios de proyectos que tienen que ver con los bienes y servicios que no tienen un mercado definido, y estimar la disposición a pagar (DAP) o aceptar (DAA) como una aproximación a la variación compensatoria o la variación equivalente.

Los supuestos de esta metodología son:

- El individuo maximiza su utilidad dada una restricción de presupuesto representada por el ingreso disponible.
- El comportamiento del individuo en el mercado hipotético es equivalente a un mercado real.
- El individuo debe tener una completa información sobre los beneficios del bien.
- La recopilación de la información requerida se puede efectuar a través de encuestas.

3.8.2. Método de valoración indirecta

Están basadas en algunas relaciones hipotéticas entre las demandas observables para bienes mercadeables y demandadas no observables por servicios ambientales y bienes públicos. Los métodos indirectos están basados en las observaciones de comportamiento en los mercados. Se trata de determinar bajo qué circunstancias la demanda por servicios ambientales puede ser inferida a partir de información sobre transacciones de mercado relacionadas con el bien privado. Algunas de estas son los precios hedónicos, costos de viaje, costos evitados, etc. (Mendieta, *op. cit.*).

Los costos evitados o inducidos

Azqueta apunta que el hecho de carecer de mercado no impide que los bienes ambientales estén relacionados con bienes que sí lo tienen, en la posibilidad de que el bien ambiental objeto de análisis esté relacionado con algún bien privado de una forma muy concreta, entrando a formar parte con él, como "sustitutivo", de una determinada función de producción.

Para tal efecto, las funciones de producción y sustituibilidad a estimarse deben cumplir ciertos requisitos para su validación como:

- Función de utilidad débilmente separable.
- Sustitutos perfectos.
- Elasticidad de sustitución infinita DPx = -r*Py

Donde:

DPx : Precio implícito del bien ambiental
Py : Precio del bien privado sustituto
r : Parámetro cualquiera

Sin embargo, esta metodología tiene algunas limitaciones que de alguna manera pueden dificultar su aplicabilidad, como por ejemplo el análisis temporal, el análisis diagonal, la forma indirecta y no específica.

Valoración en los impactos ambientales sobre la salud

Mendieta menciona que los efectos sobre la salud se pueden medir en términos de mortalidad y morbilidad. La mortalidad puede definirse como el número de muertes a partir

de diferentes causas en un periodo de tiempo determinado, dividido entre el número de personas totales correspondientes a una población. La morbilidad se puede definir como el número total de personas afectadas por una enfermedad, tanto en su estado físico como mental, durante un periodo de tiempo determinado.

Existen varias metodologías para valorar los daños en la salud humana, principalmente la morbilidad; una de ellas es por los costos de tratamiento. Consiste en determinar el número de personas afectadas por una acción no inducida, tomando en cuenta criterios como los costos de hospitalización y tratamiento (consulta médica, compra de medicamentos y costos del diagnóstico), las jornadas laborales perdidas a causa de la enfermedad, jornadas restringidas (40 a 50% de una jornada laboral), el no poder disfrutar plenamente del tiempo libre, el costo que el propio malestar supone para la persona enferma, y el costo que para la familia y sus amigos representa el que una persona se encuentre mal.

De estos costos, los tres primeros son fácilmente computables.

3.9. Análisis de política ambiental

El problema de política ambiental surge cuando hay discrepancia entre el nivel actual de calidad ambiental y el nivel deseado; ¿cómo cambiar esta situación? Es necesario hacer algo para modificar el comportamiento de las personas tanto en los aspectos de producción como en los de consumo en el sistema. Los enfoques disponibles de políticas públicas para realizar un análisis son los siguientes: leyes de responsabilidad, derechos de propiedad, persuasión moral, estándares y políticas basadas en incentivos.

3.9.1. Criterios para evaluar las políticas ambientales

Los criterios para evaluar las políticas ambientales son la eficiencia y la equidad. Por eficiencia se quiere significar el balance entre los costos de reducción y los daños. Una política eficiente es aquella que se abre en o cerca del punto (bien sea de emisiones o de calidad del ambiente) en el cual los costos marginales de reducción y los daños marginales son iguales. Para descubrir dónde se encuentra este punto se deben conocer tanto los costos como los daños.

El problema concreto al tener costos mayores que los necesarios consiste en que habrá tendencia a establecer objetivos muy bajos en términos de la cantidad que se busca en cuanto a la reducción de emisiones. Una política es efectiva en costos si

produce el máximo posible de mejoramiento ambiental por los recursos utilizados o, en forma equivalente, si logra determinada cantidad de mejoramiento ambiental al menor costo posible. Para que una política sea eficiente debe ser efectiva en costos, pero no necesariamente al revés.

La equidad o igualdad es otro criterio importante para evaluar las políticas ambientales. La equidad es un asunto de moralidad y de la preocupación que tienen las personas relativamente acomodadas con relación a los menos afortunados.

Existen discusiones sobre la importancia que se debe dar tanto a la eficiencia como a la equidad. Por ejemplo, en el control de la contaminación del aire en determinada región, se pueden aplicar distintos programas, con costos totales iguales y beneficios también iguales, pero con una distribución diferente. Determinarán la preferencia las cuestiones o políticas de eficiencia en la reducción de la contaminación ambiental.

3.9.2. Políticas de regulación ambiental

a) Leyes de responsabilidad

Los problemas de responsabilidad usualmente se resuelven en los tribunales. La parte que declara sufrir daños procede contra la parte que piensa es responsable; los jueces deciden, de acuerdo con las respectivas provisiones, qué leyes son aplicables. En problemas medioambientales, esto funcionaría haciendo responsables a los contaminadores por los daños ocasionados. Pero el propósito de las leyes no consiste en compensar a las personas después que han resultado perjudicadas, aunque esto es importante. El propósito real es hacer que los potenciales responsables (contaminadores) tomen decisiones cuidadosas.

Sin embargo, puesto que los costos marginales de reducción son menores que los daños marginales, tendría el incentivo de desplazarse a la izquierda, es decir, reducir su tasa de emisiones.

En teoría, un sistema de responsabilidad automáticamente podría conducir a este contaminador a un nivel de emisiones. Se dice "automáticamente" porque no exigiría ningún control centralizado por parte de las autoridades para que intervengan y exijan reducciones de emisiones. Exige más bien un sistema de tribunales descentralizados y leyes de responsabilidad que permitirían que las personas afectadas por la contaminación busquen la compensación por los daños sufridos. Muchos países, individualmente y

en acuerdos internacionales, han buscado utilizar políticas de responsabilidad para manejar el problema de los derramamientos de petróleo en el mar.

Una particularidad de los derrames de petróleo por los buques cisterna es que es muy difícil monitorear el comportamiento de los contaminantes. Ésta es una emisión esporádica, de tal manera que no existe un flujo continuo para medir, y las probabilidades del derrame dependen de muchas prácticas (navegación, mantenimiento de buques, etc.) que son difíciles de monitorear por parte de las autoridades públicas. En este caso sería aconsejable saber si los contaminadores adoptan todas las medidas adecuadas para reducir la probabilidad de accidentes. Sin embargo, este medio de solución tiene dos problemas: demostrar que el material contaminante es causa directa del daño; y demostrar que el material al cual se exponen las personas proviene de una fuente particular.

b) Derechos de propiedad

Los derechos de propiedad privada son acuerdos institucionales predominantes en la mayoría de las economías desarrolladas. Los países en vía de desarrollo, al igual que los antiguos países socialistas, también se están desplazando en esa dirección.

Para que los enfoques de derecho de propiedad funcionen correctamente, en esencia deben satisfacer tres condiciones fundamentales.

- Los derechos de propiedad deben ser claramente definidos, ejecutables y transferibles.
- Debe haber un sistema razonable, eficiente y competitivo para las partes interesadas a fin de que se reúnan y negocien la manera cómo debe utilizar los derechos ambientales de propiedad.
- Debe haber un conjunto completo de mercados, de tal manera que los propietarios privados puedan capturar todos los valores sociales asociados con la utilización de un activo ambiental.

c) Persuasión moral

Son programas de persuasión los que recurren al sentido de los valores morales o al deber cívico de una persona para hacer que ésta se abstenga voluntariamente de llevar a cabo actividades que degraden el ambiente. Pueden ser campañas publicitarias y educación.

El aspecto positivo de la persuasión moral consiste en que puede tener amplios efectos de dispersión. Además, puede ser útil cuando sea imposible medir las emisiones provenientes de fuentes particulares. Un problema que se puede presentar es que no todas las personas son igualmente responsables desde el punto de vista ético; algunas responderán, otras no.

d) El caso de los estándares

Un estándar es un nivel decretado de desempeño que se hace aplicar mediante ley. El límite de velocidad es un tipo clásico de estándar, establece la velocidad máxima a la que se puede conducir legalmente.

Un estándar ambiental es un nivel nunca sobrepasable por determinado contaminante en el entorno ambiental (mg/m^3). Los estándares de emisiones son niveles no superables aplicados directamente a las cantidades de emisiones que provienen de las fuentes de contaminación (se expresan en tn/semana). Los estándares tecnológicos imponen ciertas decisiones y técnicas que se deben utilizar, como equipos o prácticas operativas particulares. El requerimiento de que los automóviles deban estar equipados con convertidores catalíticos o cinturones de seguridad es un estándar tecnológico.

e) Estratégicas basadas en incentivos

Fundamentalmente hay dos tipos de políticas de incentivos:

- **Impuestos y subsidios**. Corresponde a un sistema centralizado; no exige que una entidad administradora aplique el programa y se encargue directa y continuamente de las relaciones con los consumidores. El enfoque más directo basado en los incentivos para controlar las emisiones de un residuo en particular consiste en hacer que una entidad pública ofrezca un incentivo financiero para modificar estas emisiones. Esto se puede realizar de dos maneras: aplicando un impuesto a cada unidad de emisiones o suministrando un subsidio por cada unidad de emisiones que reduzca la fuente.
- **Permisos negociables de descargas (PND).** Es un enfoque descentralizado; una vez que se establece el sistema y se especifican las reglas fundamentales, se diseña para que funcione más o menos automáticamente mediante las interacciones

entre los mismos contaminadores, o que se registren entre los contaminadores y otras partes interesadas.

En un sistema de PND se crea un nuevo tipo de derechos de propiedad. Consiste en un permiso para emitir contaminantes; cada permiso faculta a su portador a emitir una unidad del material de desecho especificado en el derecho.

Estos permisos de descarga son negociables o transferibles, pueden ser comprados y vendidos entre quienes participan en el mercado a un precio acordado por los mismos participantes.

El problema que acarrea este programa es que se quita responsabilidad del control de la contaminación de las manos de los ingenieros y la colocan bajo la operación de un mercado. Sin embargo, el mercado no determinará el nivel más eficiente de control a la contaminación para la sociedad.

4. Conflicto ambiental

De un tiempo a esta parte, los conflictos ambientales han adquirido paulatinamente mayor relevancia, no sólo en espacios académicos, sino también entre la sociedad civil. Pero se movilizan quienes, al verse afectados, se motivan y comienzan a organizarse para convertirse en un "movimiento ambientalista". La importancia del conflicto ambiental se refiere, fundamentalmente, a una situación de alteración de un medio ambiente.

> La CAL (conflicto ambiental local) se están multiplicando debido a las nuevas inversiones productivas, la importancia de la explotación de recursos naturales en las exportaciones, la mayor conciencia ambiental y el crecimiento demográfico." (Sabatini, 1996)

Pero no se trata sólo de una toma de conciencia, sino que también se abre la posibilidad de recuperar el tema ambiental para los espacios políticos (gubernamentales o no). En la actualidad, los conflictos ambientales surgen por la presencia de

> ...inversiones productivas, destacando las orientadas a exportar recursos naturales ... La gente quiere y necesita el crecimiento económico y acoge los proyectos de inversión pero, al mismo tiempo, la degradación ambiental puede afectar seriamente su calidad de vida... (Pero también están surgiendo por) la falta de capacidad de acción ambiental tanto a nivel popular como estatal en defensa de sus espacios vitales (Ibid.: 55).

4.1. Elementos del conflicto socioambiental

Los elementos de los conflictos ambientales se pueden identificar, tomando como referente el "patrimonio afectado" y determinar el objeto en disputa y la materialidad del mismo y las posibles demandas de los afectados, la disponibilidad de negociación de los generadores y la voluntad de los reguladores de intervenir. (Padilla y San Martín, *op. cit.*: 16).

Según OLCA (1998), un conflicto ambiental surge con la presencia de varios elementos básicos, manifiestos:

- la presencia de un daño ambiental o posibilidad de daño demostrable
- que existan personas potencialmente afectadas (perciban o no el daño)
- que existan fundamentos legales o morales que permitan evitar, mitigar o reparar el daño
- que exista la posibilidad de reparar el daño ambiental
- tener la capacidad real o potencial de sostener el conflicto en el tiempo
- conciencia de que un conflicto requiere de muchas acciones y de larga duración
- Posibilidad de sumar aliados y recursos a la causa propia.

Pero, ¿qué es un conflicto ambiental?

Aquel donde la controversia de información, intereses o valores entre al menos dos grupos interdependientes se refiere a cuestiones relacionadas con el acceso, disponibilidad y calidad de los recursos naturales y de las condiciones ambientales del entorno que afectan la calidad de vida de las personas ... son de naturaleza política antes que técnica .... son interdisciplinarios en su tratamiento por el impacto, no sólo ambiental también social, económico, salud, etc. (Crespo y Orellana, 1999)
Las luchas "ecológico-sociales" sirven para denotar aquellas luchas sociales más amplias donde las reivindicaciones ambientales forman parte de una estrategia de la lucha social más integral, en la cual han incorporado el enfoque ecológico" (Gonzales, 1990)

Sabatini (*op. cit.*) hace una distinción entre conflicto ambiental y conflicto socioambiental:

son disputas causadas por el acceso y control de los recursos del medio ambiente, la tierra, las aguas, los minerales u otros... (los conflictos socioambientales) surgen en torno a las denominadas "externalidades"[3], o "efectos externos" derivados de cambios en los usos del suelo, de nuevas actividades que se desarrollan en el lugar.

---

[3] Para Mata (1990), las externalidades ambientales son los costos sociales generados por las actividades productivas, que no están reflejados en el precio del producto puesto en el mercado. Incluye los costos de la contaminación, los de la descontaminación y las secuelas de explotación irracional de las materias primas.

Los conflictos ambientales tienen en sí ciertas características que los hacen más relevantes. Santadreu (1999) identifica seis características: la primera, es un proceso, no es estático y posee un desarrollo personal con modificaciones y cambios; la segunda, este proceso se desarrolla en el ámbito público; la tercera, los conflictos involucran acciones colectivas en donde son grupos de personas las que desarrollan disputas; la cuarta, el conflicto resulta de diferentes valores, percepciones o significados que los actores otorgan a acciones o circunstancias que afectan, o pueden afectar, el medio ambiente; la quinta, el conflicto alude a una dinámica de oposición, controversia, disputa o protesta entre esos actores; la sexta, hay un reconocimiento de los actores en oposición del conflicto, más allá de que se consideren legítimos o atendibles los reclamos.

Hoy en día la característica más relevante para afrontar un conflicto ambiental es asumirlo o entenderlo entre los límites locales en los que se circunscribe (geográficos, económicos, sociales, culturales, etc.). Al abordar un conflicto ambiental local se debe considerar que son inherentemente conflictivos; son conflictos políticos; son conflictos distributivos; son conflictos territoriales; tienen un potencial político de transformación social (Sabatini, *op. cit.*).

> Las actividades que generan el impacto ambiental suelen también producir beneficios, como empleo y estímulos a la economía local, lo que hace compleja la evaluación que la población y las autoridades locales hacen de aquellas (Ibid.).

De este modo, entre la población afectada surgen divisiones, donde unos defienden las inversiones como fuente de generación de ganancias, impuestos y empleo, por sobre la conservación ambiental; y los otros aparecen dispuestos a la protección del medio que los cobija, despertándose una serie de tensiones:

- tensión entre mediación y negociación
- tensión ente participación y negociación ambiental
- tensión entre pasividad y movilidad de la sociedad civil
- tensión ente misión democrática de la movilización de la sociedad civil y las relaciones de poder internas de las organizaciones de base
- tensiones entre competencia y consenso
- tensión entre gestión "externa" de los CAL y las alternativas locales tradicionales
- tensión entre defensa de la economía territorial y defensa del medio ambiente
- tensión entre ecologismo "disciplinario y ecologismo político-distributivo
- tensión entre *statu quo* y cambio social (Ibid.).

4.2. Actores del conflicto

Por lo general, en los conflictos ambientales se advierte la presencia de tres actores habituales definidos a partir de su relación con el recurso o medio afectado, pero además por la posición que adoptan en el desarrollo del conflicto. De este modo se distinguen los "generadores del daño", aquellos que por el desarrollo de sus actividades generan o amenazan de daño ambiental, representan a una entidad pública o privada. Los "actores reguladores" que, por el carácter de su trabajo, deben cuidar el desempeño de todas las actividades, tienen atribuciones para intervenir en la generación de un daño, aplicar normas y leyes, e influir para evitar, mitigar o reparar un daño ambiental. Los "actores receptores del daño" son un grupo mayor e inician acciones tendentes a evitar, mitigar o reparar un daño ambiental que les afecta.

Unos entenderán un conflicto ambiental en términos de calidad o cantidad del daño; los más radicales mencionan que no es cosa de cantidades, sino de la destrucción del ambiente; mientras que para otros el daño es la fuente del lucro y a partir de la aceptabilidad que definan (generadores-receptores) se permitirán algunas ventajas.

En la conceptualización de la naturaleza, Orellana (1995) dice: "...una la concibe como recurso, como un medio para lograr ciertos lucros (ganancia, lucro, sobrevivencia, 'desarrollo')"; esta visión asume a la naturaleza como "cosa", como un objeto y se aproxima a ella con ánimo de dominación, control y sujeción a fines determinados. La otra valoración de la naturaleza, la concibe como:

> ...espacio de vida como un espacio de convivencia de naturaleza y hombre, como un espacio vivo en sí mismo, que tiene la particularidad de ofrecer medios para reproducirse como espacio de vida (Ibid.).

Para que se dé un conflicto ambiental deben existir al menos dos actores y una relación entre ellos, de quienes va a depender la gestación y resolución de conflictos ambientales. Dichos actores interrelacionan entre sí, por medio de recursos —no económicos ni materiales, precisamente— que utilizan diferencialmente durante el desarrollo del conflicto. De este modo, se puede hablar de simetría[4] y asimetría (la mayoría de los

---

[4] Padilla y San Martín se refieren a simetría como "el similar acceso de los involucrados, a los instrumentos que permiten influir en el conflicto a favor propio" (*op. cit.*).

conflictos ambientales son asimétricos, por pugnas entre "poderosos" y "desposeídos"), de acuerdo a la habilidad y manejo oportuno de cada recurso por cada actor, lo que viene a constituir la estrategia a ser adoptada. Éstas pueden ser: las relaciones públicas, los recursos materiales, los recursos profesionales, los recursos institucionales y de financiamiento, los recursos técnicos y profesionales independientes, los recursos de presión social, los recursos administrativos, los recursos judiciales, la acción ambiental y los recursos de protección.

Sin embargo, existen recursos propios de cada actor; así los generadores tienden a utilizar la cooptación y el ofrecimiento de beneficios económicos, en tanto que los reguladores encuentran su fuerte en la aplicación de la normativa vigente y su fiscalización; en cambio los receptores manejan las denuncias, protestas y manifestaciones públicas de abusos y daño ambiental. Cualquiera de las partes que tenga mayor influencia en los reguladores tendrá la balanza a su favor (Padilla y San Martín, *op. cit.*).

4.3. Estructura de redes sociales

En torno al conflicto se concentran otros actores además de los tres habituales. La participación directa o indirecta en el conflicto genera redes relacionales en diversos niveles, según cómo se participe, entre todos los involucrados. Esto sucede cuando uno u otro de los actores permite la intervención de terceros, en busca de conformar alianzas o rivalidades. Estos intervinientes pueden ser instituciones (o sus dependientes) y personas particulares que se sienten afectados o sólo manifiestan apoyo a la posición de cada actor.

En el análisis de las redes se ven las formas como las personas están interconectadas, la naturaleza de estas interconexiones (que muestra la diferencia de cómo piensan y se comportan las personas).

Se puede advertir cómo diversos factores fluyen de un individuo a otro a lo largo de los vínculos de las red, como la información, influencia, recursos, asistencia, etc., que son manejados según las circunstancias. Pero también podemos hablar del surgimiento de la representatividad en las organizaciones; de este modo se identifica tres características que hacen aceptar a líderes en las organizaciones (Cuadro 3).

Cuadro 3
Tipos de autoridades y sus características

Tipo de autoridad	Características
Legal / racional	Deriva de un sistema de reglamentaciones explícitas o leyes que definen los usos legítimos del poder; la autoridad está conferida a los cargos o posiciones, no a quienes los ocupan temporalmente; la autoridad se limita a los asuntos oficiales; el funcionario ejerce el poder sólo dentro de límites específicos
Carismático	Deriva de cualidades personales excepcionales que la gente percibe como capacidades sobrenaturales; se basa en la creencia de los seguidores, en los dones del líder y no en la evidencia objetiva de esas creencias; la gente sigue a un líder por devoción personal
Tradicional	Se origina en las creencias y prácticas transmitidas de generación en generación las posiciones son por lo general hereditarias y las personas tienen la sensación de lealtad personal hacia quienes las ocupan

Fuente: Ligth *et al.*, 1991.

4.4. Recursos de los actores

En torno a los conflictos, algunos actores hacen uso de recursos que están a su alcance, mientras que otros los van adoptando en el desarrollo del proceso. La efectividad de un recurso se define por la fuerza y el equilibrio que pueda mantener en el conflicto, asimismo, la suma y destreza en el uso demuestra la asimetría o simetría entre ellos y las posibilidades de llegar a una negociación satisfactoria para las partes.

Hablar de recursos es hacer referencia a los recursos legales, a los estudios técnicos que avalan o demuestran un daño ambiental, al conjunto de acciones que la comunidad realice más que la protección del Estado; no se trata de recursos económicos o materiales.

Además, es importante la suma de recursos:

> ...el arte de sumar recursos es la capacidad de identificarlos, diagnosticarlos, evaluarlos y finalmente desplegar esfuerzos, sumarlos a la estrategia, su hábil y oportuna utilización es gravitante en la solución del conflicto (OLCA, op. cit.).

4.5. Gestión de conflictos ambientales

Se pueden advertir diferencias en la gestión ambiental a partir de la perspectiva del actor que lo ejecuta. Así, la gestión de conflicto ambiental municipal se refiere al:

proceso de dirigir, conducir u orientar los recursos humanos, técnicos o financieros de una determinada institución para conseguir el logro de sus objetivos en un determinado periodo de tiempo (conocida como gerencia) (ILDIS, 1996).

A partir del uso inadecuado que el hombre hace de los recursos naturales —por la explotación indiscriminada o por la predominancia de criterios económicos— y los problemas ambientales que esto ha generado, surge la necesidad de encarar el problema desde el punto de vista económico, administrativo y cultural, en un intento por revalorizar la concepción de los grupos étnicos con relación a la naturaleza. De este modo, entendemos el concepto como "un conjunto de acciones normativo-administrativas y operativas, que deben ser impulsadas no sólo por el Estado, también y fundamentalmente por la sociedad civil" (Crespo y Orellana, *op. cit.*), es decir, se trata de un proceso continuo y de acercamiento a la realidad, asumiendo nuevas posiciones frente al medio ambiente.

4.6. Vías de solución de conflictos

Dependiendo del proceso de los conflictos ambientales las vías de solución también son diferentes. La negociación directa tiene como procedimiento la transacción, que busca el beneficio mutuo, y el convencimiento, para alterar o cambiar la voluntad del otro. La negociación puede ser formal o informal. La primera consiste en que ninguna de las partes se pone de acuerdo; cada una quiere imponer su punto de vista. La informa, se refiere a ponerse de acuerdo de modo voluntario. Cuando se escoge la intervención de terceros en la resolución de los conflictos, el proceso es de facilitación, conciliación, mediación y arbitraje. Si la vía es forzada, el procedimiento es a través de autoridades judiciales y administrativas. Pero si se usa la fuerza, se procederá a la intimidación, abrasión o desgaste, avasallamiento y aniquilamiento. Pero en el contexto del conflicto ambiental debe primar la capacidad de mediación y negociación por parte de los actores sociales que intervienen en la problemática para que ésta tenga una buena resolución.

CAPÍTULO DOS

Marco metodológico

1. Planteamiento del problema

La investigación estudia la problemática ambiental que deriva de la contaminación por derrame de petróleo en el río Desaguadero y la articulación de un conflicto ambiental entre la empresa contaminadora, Transredes, y las comunidades afectadas.

Conceptualmente partimos analizando el conflicto en sus magnitudes ambiental y social, y la articulación existente entre ambos factores como elementos de estructuración del conflicto. Se analizan, además, factores que derivan de la problemática ambiental y las consideraciones socioeconómicas y culturales de la dimensión social del conflicto.

El tema es predominantemente social debido a sus implicancias colectivas sobre las comunidades y su comportamiento, pero por la afectación sobre el medio ambiente requiere de una sólida base de evaluación ambiental (componente de relevancia en el proyecto) debido a la dimensión del conflicto. En efecto, la problemática ambiental deriva de contingencias propias de contaminación en el derrame de petróleo, que tiene directa relación sobre los recursos naturales de la zona, principalmente agropecuarios, pues afecta directamente la producción en las comunidades y, por ende, sus medios de subsistencia. En consecuencia, la base ambiental atinge a la necesidad de una evaluación ambiental del derrame en relación a sus impactos socioeconómicos, productivos y socioculturales. Por lo expuesto, el tema integra problemáticas derivadas en:

- La evaluación socioeconómica de las condiciones de vida de las regiones afectadas por la contaminación, como marco de referencia a la problemática social del conflicto.

- El proceso generado por el problema de la contaminación y la articulación sociocultural de las comunidades afectadas, interesando su relación con la magnitud de la contaminación, y los diferentes actores sociales e institucionales inmersos en el conflicto.
- El análisis de los actores y la estructuración del conflicto ambiental que integre la importancia y su percepción de las zonas afectadas, la magnitud de la contaminación y la dinámica social del conflicto.

2. Objetivos del estudio

El objetivo general de la investigación es analizar y evaluar el conflicto ambiental como consecuencia de la contaminación por derrame de petróleo en el río Desaguadero, incorporando un enfoque multidisciplinario orientado al conocimiento de la dinámica social de las poblaciones afectadas.

Alcanzar el objetivo central de estudio requiere, consecuentemente, del logro de objetivos específicos definidos como:

- Identificar y analizar el contexto, en los ámbitos ambiental, agronómico, económico, social y cultural de las áreas y poblaciones afectadas y sujetos de investigación.
- Evaluar el impacto ambiental y socioeconómico de las zonas agropecuarias, sujetos de investigación, afectadas por el derrame de petróleo, aplicando técnicas cuantitativas y cualitativas de recolección de información y documentación del desarrollo del conflicto.
- Estructurar el desarrollo y evolución del conflicto ambiental en el marco de la gestión del conflicto y normativa vigente en el país.

El diseño de tales objetivos ha sido orientado por nuestra hipótesis de trabajo, que dice que producida la contaminación por petróleo en el río Desaguadero, con fuertes impactos sobre el ecosistema regional, permite la derivación del problema ambiental planteando la estructuración de un conflicto ambiental con fuertes asimetrías respecto de la participación de los actores sociales, cuya resolución se asienta en la estructuración de un movimiento ambiental social.

3. Diseño metodológico

3.1. Área de estudio

Las comunidades afectadas por el derrame de petróleo se encuentran en las riberas del río Desaguadero, del lago Uru Uru y del Poopó. Comprenden ocho provincias, tres del departamento de La Paz y cinco del departamento de Oruro, haciendo un número de 127 comunidades afectadas.

En La Paz, el detalle de provincias y municipios es el siguiente:

- Provincia Pacajes: Calacoto y Santiago de Callapa
- Provincia Gualberto Villarroel: Chacarrilla, Papel Pampa, San Pedro de Curahuara y Umala
- Provincia Aroma: Sica Sica

En Oruro, el detalle es el siguiente:

- Provincia Tomas Barrón: Eucaliptus
- Provincia Cercado: Caracollo y El Choro
- Provincia Saucarí: Toledo
- Provincia Poopó: Pazña y Poopó
- Provincia Sebastián Pagador: Huari

Por la orientación del proyecto, se puso énfasis en las comunidades del departamento de Oruro, mediante la selección de tres comunidades con criterios que se exponen más adelante. Esta situación puntual, definida como estudio de caso, de ninguna manera afecta el tratamiento global del impacto ambiental y de las consideraciones del proceso del conflicto ambiental, sino por el contrario, enriquece y respalda los resultados y conclusiones que se dan a nivel macro del sistema estudiado.

3.2. Selección de comunidades

Por las características de la dimensión del derrame de petróleo y su impacto múltiple en una amplia región de la cuenca Titicaca-Desaguadero-Poopó-salares (son 127 comunidades afectadas), además de los alcances y limitaciones propuestos para el desarrollo del

trabajo investigativo, se ha optado por seleccionar tres comunidades representativas de la zona afectada y en las cuales se aplican los conceptos técnicos de la valoración económica ambiental y las características de la gestión de conflictos ambientales. Sin embargo, la visión general de los contextos referencial, evaluación del impacto y conflicto ambiental, están presentes en el marco global de la descripción del estudio propuesto. Los criterios de selección de las comunidades se basan principalmente en las siguientes características:

- Ambiental-geográfico, por su ubicación geográfica permite dividir en tres zonas, Norte, Centro y Sur. La zona Norte corresponde a la provincia Tomás Barrón y en ella destacan tres comunidades: Quelcata, Tarucamarca y Huancaroma, poseyendo las mismas características topográficas de suelo, acceso al río, distribución de la flora y fauna; no obstante, elegimos Huancaroma por la inundación que sufrieron sus canales de riego; allí fueron afectadas 267,41 ha por el derrame de petróleo. El Centro abarca la provincia Saucarí; la afectación en los suelos, agua, flora, fauna fue directa y grave, considerada por la misma Transredes como la más expuesta al derrame en todo el departamento de Oruro (Chuquiña, Toma Toma), por ser zonas inundadizas y poseer extensas planicies de praderas nativas. La superficie afectada por el derrame fue de 3.121,43 ha en la comunidad de Toma Toma. En el Sur, considerando para el estudio la provincia Cercado, y principalmente el municipio de El Choro, las características topográficas, suelos, acceso al agua, flora y fauna son similares. La comunidad estudiada, Chuquilaca, fue afectada por suspensión de riego, en total fueron 1.202,84 hectáreas.
- Productivo-económico. Las características principales en el aspecto productivo en la zona Norte es la ganadería, con fuerte presencia de bovinos mejorados (Holstein), forrajes introducidos (alfalfa, cebada), cultivo en forma intensiva (quinua, papa, hortalizas, etc.). Este hecho obedece a que los comunarios aprovechan el agua del río Desaguadero a través de canales de riego primarios y secundarios, los cuales son una alternativa para el manejo de los cultivos y forrajes. El grado de afectación fue a su infraestructura productiva porque el petróleo ingresó en sus canales de riego, lo que no pudo ser evitado porque los comunarios desconocen el petróleo. En el Centro, la característica productiva son los ovinos mejorados (merinos, corriedale) y en menor proporción bovinos mejorados (Holstein). La fuente

principal de alimentación de los ganados son las praderas nativas y fundamentalmente los totorales; éstos precisamente sufrieron el efecto del derrame al haberse impregnado en su corteza con grumos de petróleo, afectando directamente en la producción ganadera. Otra característica de la zona es que no poseen canales de riego, el acceso al río es directo, además de constituirse en fuente principal de suministro y consumo de agua. El grado de afectación a su sistema productivo es grave. En la zona Sur la vocación productiva también es ganadera, sobresaliendo los ovinos mejorados (corriedale, caras negras) y la existencia de bovinos mejorados (Holstein); las praderas nativas e introducidas cuentan con riego. El grado de afectación es indirecto, es decir, el hecho de haber tapado el canal principal de riego privó de agua para el riego y consumo humano y animal.

- Social. En este aspecto, los criterios más relevantes para la selección de las tres comunidades en estudio fueron: el tipo de relación empresa-comunidad (conflictiva o no), el tipo de organización comunal, la tenencia de tierra e inmigración. En la zona Norte las comunidades no fueron conflictivas, firmaron el convenio marco propuesto por Transredes, la organización se caracteriza por estar influenciada por la hacienda "Huancaroma"; por lo tanto la presencia sindical es fuerte; además, tiene una estrecha relación con autoridades originarias (jilaqatas) y políticas (corregidor). La tenencia de tierra es individual y parcelada (8 a 15 ha/familia), no se evidencia inmigración. En el Centro, la relación con la empresa es conflictiva, por ello, la limpieza del petróleo se efectuó cinco meses después del derrame. Tiene las tres organizaciones, sindical, originaria y política. La tenencia de tierra de los comunarios es individual, de 200 a 500 ha/familia, y la inmigración de los pobladores de la ciudad de Oruro fue acentuada. En el Sur, la relación con la empresa es amigable con excepción de la comunidad de Japo. Existen las tres organizaciones de mando, sin embargo, la presencia de las organizaciones sindicales tiene relevancia en torno a las centrales de canalización de riego. La tenencia de tierra es individual, poseen de 10 a 20 ha/familia, con la particularidad de que tienen terrenos en varias zonas. La inmigración principalmente de la ciudad de Oruro hacia las comunidades es moderada.

Sobre la base de estos criterios se ha seleccionado a las comunidades Toma Toma (Saucari), Huancaroma (Eucaliptus) y Chuquilaca (El Choro). La superficie total expuesta

a la contaminación es de 91.168,77 ha, mientras que el área afectada en las tres comunidades es 4.591,68 ha, lo que representa el 5,04% del total.

La localización de las tres comunidades de estudio es como sigue:

Huancaroma pertenece al cantón Quelcata, provincia Tomás Barrón; se encuentra a 63 km al norte de la ciudad de Oruro, a una altitud de 3.721 msnm, tiene una población total de 150 habitantes (INE, 1992), está ubicada en las riberas del Desaguadero. La característica principal de esta comunidad es que su fuente principal de producción está basada en el aprovechamiento del agua que fluye por el río Desaguadero, a través de canales de riego primarios y secundarios.

Toma Toma es una comunidad ubicada en la provincia Saucari, a orillas del río Desaguadero, a unos 120 km de la ciudad de Oruro, sobre el camino vecinal Villa Chuquiña-Challavito, a una altura media de 3.704 msnm. Actualmente cuenta con una población de 160 habitantes (INE, 2000).

Finalmente, la comunidad de *Chuquilaca* pertenece al Rancho Juaniquina del cantón Crucero Belén. Está a una altura aproximada de 3.696 msnm, a 25 km al Noreste de su capital El Choro, de la provincia Cercado del departamento de Oruro.

4. Instrumentos de investigación

La metodología empleada en la investigación comprende dos etapas. La primera fue el trabajo de gabinete, con la recolección documental sobre la temática, el seguimiento hemerográfico (hasta enero de 2001) de los acontecimientos, y la búsqueda de bibliografía. Se usaron fichas, resúmenes y conceptualización, para obtener una buena sistematización de las referencias bibliográficas. La segunda etapa consistió en el trabajo de campo, para lo que se utilizó el método etnográfico, que nos permitió describir a nuestro sujeto de investigación en las tres comunidades. Con este conocimiento se pudo comparar las características presentadas por cada población (similitudes y diferencias) y se procedió a analizar los conflictos que se han generado a raíz del derrame de petróleo, con incidencias en la parte económica que repercuten en lo social y cultural de cada zona.

Las técnicas que acompañaron a los métodos de estudio fueron la observación no participante, con el fin de reconocer a los actores que intervienen en los conflictos (participación de los comunarios); también se aplicó la observación participante, que consiste en interactuar con los afectados de cada población, con el fin de conocer y comprender los cambios suscitados en su vivencia por la contaminación, desde enero de 2000.

Complementariamente se realizaron entrevistas estructuradas a informantes clave, y no estructuradas, en el caso de testimonios o historia oral. Además se hicieron encuestas para obtener mayor representatividad de la información proporcionada por la población y se tomaron fotografías y videos como registro de documentación visual. Las siguientes técnicas y procedimientos fueron también de gran apoyo:

- Mapeo, para la determinación y localización de áreas afectadas por el desastre. Para ello se registraron datos de la superficie afectada (instrumento GPS); se sistematizaron los datos de campo en AUTOCAD para determinar la superficie de las praderas nativas por especie; se validó la información obtenida.
- Evaluación de campo, aplicada en los procesos de evaluación de muestreo diferenciado o alternativo, aplicado a las personas propietario(a) del terreno afectado.
- Transectos o caminatas al paso, empleadas en el trabajo de campo a fin de determinar las especies presentes y cobertura de las praderas nativas. Tiene las siguientes ventajas: es rápido, pueden evaluarse grandes extensiones en corto tiempo. Es preciso porque considera entre la densidad, composición de la vegetación, vigor de las especies deseables, grado de erosión del suelo, topografía, recurso de agua. Puede ser replanteado en cualquier momento.
- Muestreo por cuadrantes, utilizado para medir el rendimiento del cultivo o pastura nativa, extrayendo 30 muestras por especie.
- Frecuencia de especies; se toma una muestra precisamente del lugar donde quedó la punta del zapato, en una caminata de 50 a 100 pasos dobles.
- Densidad de especies; por lo general el tamaño de un marco de 1/4 m^2, 1 m^2 a 4 m^2 para la recolección de especies.
- Tasa de crecimiento; el crecimiento y peso de una determinada planta y una determinada época, expresada en porcentaje.
- La cobertura vegetal nos indica la superficie del pastizal presente en las áreas delimitadas, en porcentaje.
- Rendimientos de especies; de cada muestra tomada se realiza el pesaje en húmedo y en seco con todos los datos correspondientes y luego se realiza la respectiva conversión.
- Carga animal; se ajusta a la cantidad de forraje disponible en kgMS/ha/año.

- Análisis histórico; se aplicó con carácter diacrónico con el fin de realizar en cada área de trabajo, un proceso de reflexión sobre el estado en el pasado inmediato y mediato en que se encontraban las áreas y actores centrales del trabajo de investigación.
- Análisis costo beneficio es el cálculo de pérdidas y ganancias que representa para los pobladores del sector. Son aquellas en las cuales los impactos sobre producción o utilización de bienes implican una identificación plena del mercado de éstos.
- Costos de mitigación se basan en la idea de que el costo de un daño será como máximo el costo necesario para repararlo o evitarlo. Se asume que no puede ser mayor el costo, ya que en ese caso sería de esperar que se utilizará la medida de mitigación. El supuesto fundamental de la metodología es que con la medida de mitigación, se podrá lograr un estado similar al que se tendría si el derrame no hubiese sucedido.
- Costos evitados o inducidos; el hecho de carecer de mercado no impide que los bienes ambientales estén relacionados con bienes que sí lo tienen. En efecto, la posibilidad de que el bien ambiental objeto de análisis esté relacionado con algún bien privado de una forma muy concreta: entrando a formar parte con él, como "sustitutivo" de una determinada función de producción.
- Conversaciones informales; muchas veces las personas se inhiben ante la presencia de una grabadora, entonces se tuvo que recurrir a este medio.
- Reuniones para llevar adelante el trabajo; se organizaron reuniones permanentes con los dirigentes, personajes notables, ancianos y población en general.

5. Definición de variables

Dada la complejidad de la temática investigada y para la mejor disposición operacional del trabajo investigativo, se elaboró una matriz de planificación de variables e indicadores, que permitió identificar el proceso de investigación. En tal sentido, se tienen tres contextos de investigación: el contexto referencial, el contexto de la evaluación de impacto ambiental y el contexto y gestión de conflicto; cada uno de ellos delimitado por ámbitos de estudio, variables generales y específicas.

- El contexto de referencia permitió elaborar el diagnóstico de las comunidades en estudio en sus ámbitos ambiental, agronómico, sociodemográfico, económico y

cultural, antes del derrame del petróleo; en cada ámbito se tomaron en cuenta las siguientes variables generales:

* Ambiental: geomorfología, contaminación de suelos y aguas.
* Agronómico: agricultura, flora, fauna y ganadería.
* Sociodemográfico: población, salud y educación.
* Económico: actividad económica, indicadores económicos y mercado de la tierra.
* Cultural: percepción sobre el medio ambiente, marco legal vigente.

- El contexto de la evaluación de impacto ambiental tiene como ámbitos de estudio al ambiental, agronómico, económico y social en los cuales se identificaron los efectos sufridos por el derrame de petróleo, las alteraciones al medio biótico y abiótico, efectos directos e indirectos en la calidad de vida. Las variables generales consideradas en cada ámbito son:

  * Ambiental: contaminación de suelos, aguas, flora y fauna.
  * Agronómico: contaminación a la agricultura y contaminación a la ganadería.
  * Económico: actividad económica, indicadores económicos y mercado de la tierra.
  * Social: efectos en la calidad de vida, migración, organización comunal y salud.

- El contexto del conflicto y gestión de conflicto es el tercer sujeto de investigación que comprende principalmente a los siguientes ámbitos: la percepción y valoración, identificación de actores, identificación de problemas, resolución de problemas. Las variables generales relacionadas con sus respectivos ámbitos son:

  * Percepción y valoración: problema técnico, problema medioambiental, problema económico y problema legal.
  * Identificación de actores: organismos gubernamentales nacionales y departamentales, comunidades afectadas, ciudadanía y organizaciones civiles, finalmente, la empresa Transredes.
  * Identificación de problemas: proceso de evaluación del impacto.

* Resolución de problemas: estrategias para la negociación y acciones e interrelaciones.

6. Limitaciones en el proceso de levantamiento de información

Las referencias encontradas no aluden a derrames y/o contaminación provocado por petróleo; las causas se refieren a contaminación provocada en el aire, por exportación, inversiones de empresas, minería y derrame de petróleo en el mar. No descartamos el apoyo teórico y práctico de esta información, pero el presente caso de estudio puede ser considerado como *sui generis* por las características del medio estudiado, ya que su ecosistema es diverso.

Hemos tenido dificultad en el acceso a la mayor parte de los informes técnicos y sociales emitidos por la empresa Transredes, como actor generador del conflicto ambiental y de otras instituciones gubernamentales (ministerios y oficinas de medio ambiente de la prefectura) que están relacionadas con el incidente.

El obstáculo de mayor relevancia fue la susceptibilidad de los pobladores para brindar información. Esto se debe a que tienen desconfianza ya que en la comunidad han aparecido muchas personas —asesores jurídicos, biólogos, agrónomos, personal de Transredes, etc.— que van a plantear propuestas alternativas; muchas veces no hay retorno de la información a las comunidades, necesario para el respaldo de éstas como documentación. Pero también existe la sospecha, fundada o no, de que muchas de estas personas sean representantes "camuflados" de la empresa, que sólo buscan información. A su vez, Transredes mantiene en estricta reserva toda la información recabada de las comunidades y los diagnósticos generados por otras entidades o evaluadores independientes.

Otras limitaciones generales son:

- El proceso de investigación se efectuó cuatro o cinco meses después de haber ocurrido el derrame.
- No existen registros de campo de las instituciones como el INE, SEDAG, Universidad, etc., a nivel comunal, menos familiar.
- En la estimación de rendimientos, cobertura vegetal, etc., se dificultó el cálculo de los parámetros de producción, debido a que los comunarios afectados permitieron a sus animales el consumo de forraje antes de la cuantificación respectiva.

- La información brindada por los comunarios en muchos de los casos es sesgada (maximizando o minimizando los efectos).
- Los datos de índices productivos (mortalidad, sanidad, etc.) antes del derrame del petróleo con referencia a la ganadería son muy generales.
- Los testimonios de los comunarios no tienen fuente de verificación.
- Transredes no brinda información, además de coartar otras vías a las que pudimos recurrir, pero con éxito relativo.
- Los comunarios temen brindar información que podría ocasionarles mayor pago de impuestos.
- No hay exámenes de laboratorio de plantas y animales para determinar el efecto del derrame, principalmente en el largo plazo.
- Falta información en los precios de productos y subproductos registrados con anterioridad al derrame.
- Hay dificultad para efectuar la valoración económica a los bienes que no tienen mercado.
- Muchos comunarios afectados abandonaron sus tierras y desconocen los efectos en ellas.

CAPÍTULO TRES

Descripción del medio afectado

1. El derrame de petróleo

El derrame de petróleo se produjo en el oleoducto que cruza el río Desaguadero sobre caballetes; el punto de cruce se localiza al sudeste de Calacoto, a 75 km al oeste de la estación de bombeo de Sica Sica en el departamento de La Paz, y a 250 km, aproximadamente, río arriba del lago Poopó. El oleoducto denominado OSSA 2 cruza el altiplano desde Cochabamba, en el lado oriental de los Andes, hasta Arica en la costa chilena del Pacífico.

La tubería del oleoducto se encontraba en observación por una auditoría técnica realizada por la Superintendencia de Hidrocarburos, cuyo informe fue entregado a Transredes con anterioridad al accidente, en diciembre de 1999 (*La Patria*, 18 de febrero de 2000).

Sobre la fecha y las condiciones en las que se produjo el accidente del derrame de petróleo no se conoce una versión clara y oficial, por lo que nos referiremos al informe preparado por Polaris (2000) para Transredes, en el que indica:

> El 30 de enero de 2000, el oleoducto Ossa 2 sufrió una fractura en el puente de caballetes donde cruza sobre el río Desaguadero. La causa de la fractura es desconocida hasta el momento, pero el río estaba en una etapa de flujo con altos niveles de agua, condiciones de flujo turbulento y una descarga que se midió en 740 m^3/s cerca de La Joya...

Posteriormente, y en aviso pagado (*La Patria*, 11 de febrero de 2000), Transredes da a conocer de la detección de un orificio de 1 a 2 cm de diámetro por el que se habría producido el derrame y que se desconoce la cantidad de petróleo derramado. Ésta es

otra información que no se conoce de manera oficial en versión de las autoridades gubernamentales, asumiendo la estimación de Polaris de 29.000 barriles de petróleo, equivalentes a 4.611.000 litros.

El área afectada por el derrame de petróleo tiene una extensión aproximada de 700.000 a 1.000.000 ha[1] de tierras de cultivo y de pastoreo[2] en su totalidad, en tanto que sólo en el departamento de Oruro serían más de 10.000 ha[3], que representarían cerca de 30.000 familias, en 127 comunidades (Farrel, 2000).

2. Aspectos físico-naturales

Los aspectos físico-naturales que caracterizan la zona de impacto del derrame de hidrocarburos están relacionados a la ubicación y descripción hidrográfica, geomorfológica, de suelos, clima, flora, fauna y a las peculiaridades de la degradación y contaminación ambiental. Los informes base para la presentación de este resumen toman en cuenta principalmente los estudios realizados por FUND-ECO (2000) y el Proyecto Piloto Oruro (1996).

2.1. Ubicación y descripción hidrográfica

La región afectada por el incidente se encuentra ubicada al sur del departamento de La Paz y la parte central del departamento de Oruro; forma parte del altiplano boliviano y es descrita como una planicie alta situada entre 3.650 y 4.100 m de altitud, situada entre las cordilleras occidental y oriental y constituye la cuenca endorreica, ocupada al norte por el lago de agua dulce Titicaca (3.809 msnm), en la región centro sur por los lagos de agua medianamente salinos Uru Uru y Poopó (3.696 msnm) y al sur por los lagos hipersalinos en régimen desértico como son los salares de Coipasa y Uyuni; el río Desaguadero conecta el extremo sur occidental del lago Titicaca y desemboca en el lago Poopó, constituyéndose en un emisario natural del Titicaca.

El río Desaguadero tiene numerosos ríos tributarios; el principal, significativo y permanente, es el río Mauri, con su confluencia en Calacoto, unos 80 km al sur del lago

---

1 Carta "informe" del prefecto de Oruro a la Viceministra Neiza Roca.

2 Carta del Comité Cívico de Oruro en apoyo a la señora Riglos, 27 de septiembre.

3 Informe realizado por personeros del proyecto "Autoridad Binacional del Lago Titicaca" (ALT)-UTO, 9 de febrero de 2000.

Titicaca. El Desaguadero, aguas abajo de La Joya, se bifurca en dos ramas: la rama occidental (brazo derecho) fluye hacia el sur por Toledo hasta la parte noroeste del lago Poopó, la rama oriental (brazo izquierdo) fluye en dirección sudeste y por Burguillos y Challacollo entra desde el oeste al lago Uru Uru para luego conectarse al Poopó.

El lago Titicaca, a nivel normal de su superficie de agua, ocupa una extensión de 8.400 km^2, recibe aporte de sus tributarios de 201 m^3/s y aporte de precipitaciones que se agregan 230 m^3/s, y tiene un nivel medio de profundidad de 3,81 m.; se comunica con los lagos Poopó y Uru Uru por medio del río Desaguadero con un promedio anual de 35 m^3/s; el Desaguadero recibe durante su recorrido diversos aportes y antes de bifurcarse para llevar sus aguas al lago Poopó, tiene un caudal medio anual de 94 m^3/s.

La superficie media de los lagos Poopó y Uru Uru es de 3.191 km^2, con un nivel medio de profundidad de 3,68 m; el lago Poopó se comunica sólo durante años húmedos con el salar de Coipasa por medio del río Lakhajahuira.

La región de estudio se inicia en la estación hidrométrica de Calacoto, donde el río Desaguadero recibe las aguas del río Mauri, y concluye es la estación de Chuquiña, recorriendo una longitud de 168 km. La región hidrográfica correspondiente a la cuenca del lago Poopó se encuentra ubicada al sur de la cuenca del Desaguadero y se inicia en la estación de Chuquiña donde aguas abajo el río Desaguadero se divide en dos brazos. El lago Poopó recibe aportes de los ríos Caracollo, Huanuni, Machacamarca y Márquez, la superficie del lago es de 2.824 km^2, con un perímetro de 330 km y una profundidad que varía entre 0,5 y 2,5 m. Al norte del Poopó se localiza el lago Uru Uru, formado como consecuencia de un desplazamiento del río Desaguadero, tiene una superficie de 260 km^2, con un perímetro de 128 km.

2.2. Características geomorfológicas

La descripción geomorfológica corresponde a la zona donde se produjo la ruptura del oleoducto, es decir, desde la confluencia de los ríos Mauri y Desaguadero hasta el sur del lago Poopó.

Según el informe de la Fundación para el Desarrollo de la Ecología (FUND-ECO, 2000), los sistemas fisiográficos que limitan el Altiplano, pueden ser caracterizados en función de unidades geomorfológicas. La caracterización de suelos y fertilidad de la capa arable ha tomado como base estas unidades geomorfológicas, identificando las siguientes unidades fisiográficas:

- suelos desarrollados sobre depósitos aluviales,
- suelos desarrollados sobre depósitos de llanuras de inundación,
- suelos desarrollados sobre depósitos aluvio-lacustres, y
- afloramientos salinos sobre depósitos aluviales y lacustres.

Los suelos desarrollados sobre depósitos aluviales se encuentran en su mayor parte en las márgenes del río Desaguadero, en el tramo entre las localidades de Calacoto hacia Chuquiña donde el cauce del río está limitado a su lecho. Las calícatas realizadas en las localidades de Calacoto, Playa Verde, Chilahuala y Toma Toma hacen referencia a un origen fluvial y acumulación de arena con incipiente grado de desarrollo que presentan colores claros en la superficie por el bajo contenido de materia orgánica (<1,8%) y alto porcentaje de arena en su composición mineral. El pH promedio es de 8,2 considerándose suelos de mediana a fuertemente alcalinos en tanto que los valores de conductividad eléctrica se encuentran por debajo de los 1.300 mS/cm y son menores al resto de las otras zonas. Esta condición determina la baja aptitud para pastoreo en las zonas de Calacoto y Playa Verde (presenta alto porcentaje de arena), aptitud agrícola y de pastoreo en la zona de Chilahuala (menor contenido de arena) y en la zona de Toma Toma gran cantidad de totorales (alta humedad). Los valores de nitrógeno, con un promedio de 0,08%, son ligeramente más ricos que los observados en el resto de las zonas; la textura es bastante favorable par la retención de nutrientes y de materia orgánica debido al porcentaje de arena (25%).

Los suelos desarrollados sobre llanuras de inundación se encuentran a partir de Chuquiña, donde el río se divide en dos brazos con una ligera pendiente. El brazo Este desemboca en el lago Uru Uru y el Oeste, rodeado de extensas zonas inundables; en los tramos iniciales desprende canales que irrigan grandes zonas como Huancaroma, Japo y Choro. El área comprendida entre los dos brazos constituye también una llanura donde se han identificado las geoformas de llanuras de inundación y depósitos aluvio-lacustres. Otra llanura identificada se encuentra ubicada en el tramo Calacoto-Chuquiña. Los suelos desarrollados sobre depósitos de llanuras de inundación tienen un pH promedio de 8,1, variando de neutro a fuertemente alcalino en tanto que los valores de salinidad son muy altos en la llanura de inundación comprendida entre los brazos del río, influyendo negativamente en el desarrollo de la vegetación, mientras que en el tramo Calacoto-Chuquiña, éste no es un factor limitante para la fertilidad del suelo. En cuanto a la

disponibilidad de nitrógeno total, se registran valores sumamente bajos en las llanuras de Ulloma y Colqueamaya, caracterizados como suelos sumamente áridos, mientras que en la llanura comprendida entre los brazos del río es ligeramente mayor, lo que determina una mayor cobertura vegetal y actividades de pastoreo. En relación a la textura, las zonas de Ulloma y Colqueamaya son del tipo areno franco y la zona comprendida entre los brazos del río son de carácter arcillo limoso, favoreciendo la retención de materia orgánica.

Los suelos desarrollados sobre depósitos aluvio-lacustres deben su origen a depósitos aluviales, pero a diferencia de los suelos de la categoría anterior, subyacen sobre material con enriquecimiento de materia orgánica. Las zonas representativas de este tipo de suelos se encuentran en la localidades de San Miguel, Cari Cari, Challacollo, Toledo, Pumanchalla, Choro, Isla Panza y Huancaroma, en las que predominan las clases texturales franco arcillosas con aptitud para labores agrícolas. Los suelos presentan valores bajos de nitrógeno total que van desde 0,04 a 0,13%, existiendo fuerte dependencia de la salinidad, incluso en pequeñas parcelas adyacentes; por tanto se trata de un área con fuertes problemas de salinidad donde prosperan especies vegetales tolerantes.

Los afloramientos salinos sobre depósitos aluviales y lacustres incluyen los suelos aledaños al lago Poopó, presentando alto contenido en sales, un pH fuertemente alcalino (9), acompañados de valores altos de conductividad que permite suponer que se trata de suelos salino-sódicos, donde la presencia de carbonatos y la probable hidrólisis del catión sodio llevan a la alcalinización. Presentan baja cobertura vegetal y la textura es un factor limitante para el crecimiento vegetal.

2.3. Clima

El clima de la región altiplánica ha sido caracterizado como semidesértico a desértico y también descrito como semiárido y frío. Las variables principales que se relacionan para establecer las peculiaridades del clima están referidas a: precipitación, temperatura, humedad relativa, insolación, vientos de superficie y balance hídrico, cuyos valores de variación mensual tienen referencia de los datos climáticos para Oruro del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2000) y del informe de FUND-ECO (2000).

La precipitación media anual es de 332,1 mm, variando de norte a sur desde valores de 400 hasta 200 mm al sur del lago Poopó, debido a la influencia de la Cordillera Oriental donde se evidencia el efecto de los vientos húmedos que proceden de la Amazonia.

Se estima que la precipitación entre los meses de noviembre y marzo representa en promedio entre el 67 y 85% del total anual.

La temperatura media anual oscila alrededor de 10,6°C. Las temperaturas medias más altas (10-14°C) se dan en los meses de septiembre a abril y las bajas (5-9°C) en los meses de mayo a agosto. Las temperaturas máximas promedio (23°C) se dan en noviembre y diciembre, las mínimas promedio (-11 a -12°C) en los meses de junio y julio.

La humedad relativa media anual oscila alrededor de 45,9%. Los meses de diciembre a abril presentan los valores más altos hasta alcanzar 59,3%; los valores más bajos, por debajo de 40%, se dan en los meses de junio a octubre.

La insolación promedio anual es de 8,8 horas luz por día, y se observa una variación inversamente proporcional a la precipitación mensual, siendo los meses de diciembre a marzo los que destacan valores entre 6,5 y 7,4 h/día. Los meses de mayo a agosto alcanzan valores altos entre 10 y 11 h/día.

Los vientos de superficie, que son el resultado de los patrones del relieve del suelo, varían en distribución mensual y dirección con velocidades de 2 y 5 m/s, alcanzando en el mes de agosto velocidades de hasta 9 m/s.

Por último, el balance hídrico basado en las diferencias de la precipitación y la evapotranspiración potencial, permite establecer que la disponibilidad del agua en el suelo presenta déficit a lo largo de todos los meses del año.

2.4. Vegetación y flora

Los estudios realizados por FUND-ECO han identificado 62 especies de plantas terrestres que pertenecen a las familias *cactaceae*, *caryophyllaceae*, *chenopodiaceae*, *compositae*, *cruciferae*, *euphorbiaceae*, *frankeniaceae*, *geraniaceae*, *gramineae*, *juncaginaceae*, *leguminosae-papilionaceae*, *malvaceae*, *plantaginaceae*, *rosaceae*, *umbelliferae*, *verbenaceae* y *bryophyta-musci* y ocho especies acuáticas que pertenecen a las familias *compositae*, *cyperaceae*, *characeae*, *isoetaceae*, *juncaceae*, *potomogetonaceae*, *ranunculaceae*, *ruppiaceae*, *scrophulariaceae*, *nostocaceae*, *chlorophyceae*.

Las especies de plantas fueron reconocidas en seis unidades de vegetación que se describen en orden decreciente de cobertura:

- Formaciones de gramíneas bajas y medianas.
- Áreas sin vegetación y semidesiertos de suelos salinos.

- Formaciones de gramíneas altas.
- Formaciones arbustivas densas siempre verdes en planicies y laderas.
- Matorral mixto con matas de gramíneas.
- Mosaico de vegetación natural remanente de campos de cultivo en descanso con pastoreo.
- Formaciones de gramíneas altas y arbustos en arenales.
- Formaciones arbustivas abiertas en laderas.

Los nombres hacen referencia a la fisonomía de las comunidades vegetales, a la forma de crecimiento predominante o a la presencia de una especie típica.

2.4.1. Fauna

La fauna de la zona afectada por el derrame ha sido caracterizada en los siguientes grupos: pequeños mamíferos, vicuñas y ganado doméstico, aves acuáticas, aves terrestres, herpetofauna e ictiofauna, de los cuales presentamos a continuación su descripción resumida.

Pequeños mamíferos: El cuadro proporciona la lista probable de pequeños mamíferos, donde el orden más abundante y diversificado es el de los roedores (*rodentia*) con el 88,9% de las especies esperadas y en el que se encuentran los ratones, las viscachas, los cuises y los topos. Existen diversos índices de riqueza de especies, pero en Ñekhejahuira e Isla de Panza se presentaron valores altos con mayor diversidad de especies de pequeños mamíferos (ver Cuadro 4).

Vicuñas y ganado doméstico: Con base en una superficie total de muestreo de 754 km^2 se ha podido identificar la distribución y abundancia de vicuñas y ganado doméstico, como se muestra en el Cuadro 5. La mayor densidad de vicuñas se observa en las zonas Eucaliptus, Chuquiña, Toma Toma, Untavi, Isla Panza, Chilahuala y Amaya; las zonas de abundancia intermedia y densidad mediana son: Chuquiña, Oruro, Chilla Jahuira, Calla Palliri; y las zonas de baja abundancia son: Calacoto, Ulloma, Chilahuala, Pampa Aullagas, Orinoca, Abaroa y Andamarca. En lo que respecta a ganado doméstico, la densidad mayor está en la zona Calacoto y Ulloma; intermedia, las zonas de Amaya, Eucaliptus, Chilla Jahuira, Calla Palliri, Andamarca, Chuquiña, Toma Toma, Pampa Aullagas y Orinoca; las de baja densidad, las zonas Chilahuala, Oruro, Abaroa, Untavi, Isla Panza y Toledo.

Cuadro 4
Lista probable de pequeños mamíferos

Especie	Nombre común
Thylamys pallidior	Achito
Chaetophractus nationi	Quirquincho
Oligoryzomys destructor	Ratón
Akodon albiventer berlepschii	Ratón
Akodon boliviensis	Ratón
Andinomys edax edax	Ratón
Auliscomys boliviensis	Ratón
Auliscomys pictus	Ratón
Auliscomys sublimis	Ratón
Calomys lepidus	Ratón
Eligmodontia puerulus	Ratón
Phyllotys xanthopygus rupestris	Ratón
Galea musteloides	Pampa huanco
Cavia tschudii nana	Pampa huanco
Microcavia niata	Pampa huanco
Lagidium viscacia cuvieri	Vizcacha
Ctenomys opimus	Topo
Ctenomys leucodon	Topo

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro permite apreciar la distribución decreciente en porcentaje y densidad en la población de mamíferos.

Cuadro 5
Distribución y abundancia de vicuña y animales domésticos

Especie	Nombre común	Cantidad	Porcentaje	Densidad
Vicugna. Vicugna	Vicuña	419	2,5	0,56
Lama glama	Llama	3042	18,2	4
Lama pacos	Alpaca	92	0,5	0,1
Ovis aries	Oveja	12811	76,5	17
Bos taurus	Vaca	311	1.9	0,4
Eqqus asinus	Burro	84	0,5	0,1

Fuente: FUND-ECO, elaboración propia.

Aves acuáticas: la información sobre la distribución, abundancia y densidad de aves acuáticas en el sistema endorreico se considera incompleta, debido principalmente a la falta de programas de monitoreo de las especies y sus hábitats para analizar sus cambios anuales y estacionales; sin embargo, pese a esta limitación, se han hecho observaciones sobre la composición de especies tomando en dos grandes unidades: el río Desaguadero y los sistemas lacustres (Uru Uru y Poopó).

Las evaluaciones a lo largo del río Desaguadero mostraron poca abundancia de aves acuáticas. En cuatro días de campo registramos en mayor proporción anátidos: *anas specularioides* (203), *anas flavirostris* (148) y *anas georgica* (33); en menor abundancia se registra la *recurvirostra andina* (49) y el *tyránido lessoniaoreas* (42); las demás especies tuvieron baja representación, como *vanellus resplendens* (11), *larus serranus* y *anas puna* (5), *plegadis ridgwayi*, *chloephaga melanoptera* y *calidris bairdii* (4), *Fulica ardesaica* (3) y *agelaius thilius* (2).

Los lagos Poopó y Uru Uru se caracterizan en general por mayor presencia de aves acuáticas, especialmente de dos especies de flamencos, *phoenicoparrus andinus* en el lago Uru Uru y *phoenicoparcus chilensis* en el Poopó, que contribuyen con más del 85% del total de individuos registrados. El mayor número corresponde al flamenco andino con 3659 individuos, al flamenco chileno con 1429 y para la tercera especie del flamenco de james con 257. En el caso de especies de patos, el número es menor en los lagos.

De manera general, durante el periodo de estudio, se registraron 19 especies de aves acuáticas y la composición muestra un predominio de patos y flamencos que representan mas del 40% de las especies registradas.

Aves terrestres: El número de especies registradas en la región fue de 32 y se distribuyen principalmente en los siguientes ambientes:

- Pastizal con distintos niveles de ramoneo y restos de totorales, propio del altiplano central y de las zonas adyacentes al río Desaguadero; en este ambiente se encontraron las siguientes especies: *geositta punensis*, *G. cunicularia*, *lessonia oreas*, *notiochelidon cyanoleuca* y *agelaius thilius*.
- Matorral de puna seca, compuesta básicamente de tholares; en este ambiente se encontraron especies de aves de *nothoproeta ornata, anthus bellmayri, phrygilus plebejus, attagis gayi, sicalis uropygialis, leptasthenura aegithaloides, satenes*

modesta, muscisaxicola cinerea, sthene cunicularia, oreotrochilus estella y *carduelis atrata*.

- Terrenos arados, barbechos y cultivos; en esta zona se encontraron las especies *sicalis uropygialis, phrygilus plebejus, zonotrichia capensis, circus cinereus, buteo poecilochrous, falco sparverius, carduelis atrata, zonotrichia capensis* y *metriopelia aymara*.

Herpetofauna: De las 257 especies de reptiles y 201 especies de anfibios conocidos en Bolivia, la herpetofauna de la región altiplánica representa el 7% de la nacional, con 18 especies de reptiles y 15 especies de anfibios. En la región de estudio, se tienen referencias de que la herpetofauna está compuesta por cinco especies de reptiles y cuatro de anfibios; los resultados de FUND-ECO confirman la presencia de seis especies, tres corresponden a anfibios (*pleurodema cf. cinereun*, *telmatobius marmotatus* y *bufo spinolosus*) y tres especies a reptiles, dos saurios (*liolaemus alticolor* y *lioleamus signifer*) y un ofidio (*tachymenis peruviana*). La especie capturada con mayor frecuencia fue la lagartija (*lioleamus alticolor*).

Ictiofauna: Los reportes de evaluación de la ictiofauna refieren que la estructura de los cauces varía de norte a sur, frecuentemente encajonados al norte y ambientes fluviales ocasionalmente confinados, más abiertos al sur. La riqueza de especies de peces en la zona de estudio puede considerarse como muy baja, principalmente si se compara con el lago Titicaca donde se han registrado aproximadamente 29 especies de *orestias*; la composición de la ictiofauna de la zona hace referencia a seis especies de peces, el mayor número corresponde al género *orestias* (endémico del altiplano) en sus especies *orestias luteus* (Kheñu) y otras dos que pertenecen al complejo *orestias agassii*; igualmente han sido capturados peces del género *trichomycterus* (suches), además de las especies introducidas en la cuenca como el *basilichthys bonariensis* (pejerrey) y *oncorhynchu mykiss* (trucha). Cuatro de las seis especies registradas (dos especies de *orestias*, una de *trichomycterus* y la *O. mykiss*) presentan una amplia distribución en la cuenca habiendo sido capturados en diferentes localidades del río Desaguadero y río Márquez. Sin embargo, ninguna de estas especies ha sido registrada en el lago Poopó, debido principalmente a las condiciones hiperhalinas del lago que limitan la presencia de peces adaptados a sistemas de agua dulce, las especies de *b. bonariensis* (pejerrey) y *orestias luteus* han sido registradas sólo en el río Desaguadero. Tampoco estas especies fueron

capturadas en el lago Poopó, pese a que el pejerrey podría ser la mejor adaptada a las condiciones salinas del medio ya que proviene de sistemas estuarinos salinos del sur de Sudamérica.

3. Degradación medioambiental y contaminación

En la caracterización de la contaminación de los recursos agua y suelo en la zona de estudio, se han identificado diferentes fuentes de contaminación que ponen en riesgo los ecosistemas acuáticos y de salud de los habitantes.

Las fuentes naturales en el altiplano están relacionadas con la degradación de las formaciones geológicas altamente mineralizadas y contienen muchos yacimientos de diferentes metales que son la base de la minería tradicional de la zona. El arsénico presente en todo el altiplano se lava por los cursos de agua desde las rocas naturales. Una de estas formaciones geológicas con alto contenido de arsénico y boro se encuentra en la cuenca del río Mauri que es un afluente del río Desaguadero; otra fuente natural de arsénico se encuentra al sur del lago Poopó, en las cuencas de los ríos Márquez y Sevaruyo. El antimonio natural se encuentra en la zona noreste del lago Poopó y en la cuenca del río Márquez. El plomo proviene de las vulcanitas y mineralización asociada a la cladera de Soledad.

Las fuentes antropogénicas se refieren a la actividad minera; principalmente se deben mencionar dos zonas mineras; la primera y más importante se encuentra al noreste del lago Poopó, sus aguas contaminadas entran a varios ríos pequeños de la zona y finalmente desembocan al lago Poopó; la segunda zona es la influenciada por la mina San José que desde hace varios años no se encuentra trabajando, pero que ha dejado enormes colas que siguen lixiviándose hacia el lago Uru Uru y se constituyen en el riesgo más grande para la calidad del agua de este lago. La actividad de la fundición de Vinto aparentemente contribuye en el nivel de metales presentes en el lago Uru Uru. Otras fuentes de contaminación son el uso de aguas de riego contaminadas o la inundación de los terrenos en las riberas de los cuerpos de agua y la distribución de metales por vía atmosférica, desde los depósitos de material de cola y/o desde la fundiciones de metales.

Con relación a la contaminación de aguas, el monitoreo realizado en la zona del Desaguadero-Poopó-Uru Uru para caracterizar los niveles de contaminación por metales, en distintos estudios han coincidido en los siguientes resultados.

En el río Desaguadero, valores altos de arsénico; concentraciones relativamente altas de cobre en la región de Chuquiña, superior a los límites permisibles para agua potable y las concentraciones de cadmio y zinc suben en el puente Español encima de los límites permisibles, lo que es un reflejo de la contaminación de la mina San José y sus pasivos ambientales. En los sedimentos, las concentraciones mayores de arsénico se encontraron en Ayamaya, Chuquiña y el brazo derecho del río; también se encontraron concentraciones altas en los canales de riego, lo que significa un riesgo directo para cultivos agrícolas; cerca del poblado de Poopó hay concentraciones elevadas de metales en sedimentos, especialmente cadmio, cobre, plomo y zinc, muy por encima de los límites recomendados en suelos agrícolas.

En el lago Uru Uru se reportan también valores altos de arsénico sobre límites para agua potable; se han medido valores altos de cadmio y el plomo, semejantes a los de la entrada del río Desaguadero, en el puente Español. Se detectaron en algunos puntos del lago altas concentraciones de arsénico, cadmio, plomo, antimonio y zinc. El sector noreste del lago muestra un nivel sustancialmente más alto de contaminación en los sedimentos superficiales porque es el principal receptor de las aguas descargadas por la mina San José; el lago funciona como un sumidero de metales, especialmente alto para el antimonio, posiblemente por las condiciones geológicas de la cuenca del lago.

En el lago Poopó se encuentran concentraciones altas, superiores a los límites permisibles para agua potable, especialmente de elementos como arsénico, cadmio, plomo, antimonio y en menor grado el zinc. En los sedimentos hay una disminución de metales pesados desde el noreste hacia el sur; la parte más contaminada parece ser la región de Pazña; los valores de arsénico también son altos en el sur del lago por aportes del río Márquez y Sevaruyo.

En resumen, las concentraciones altas y peligrosas de metales pesados en aguas y sedimentos son en primer lugar el arsénico, luego el cadmio, el plomo, el antimonio y en unos pocos lugares el zinc. Cuando se comparan los resultados con los estándares bolivianos, se observa que en todos los puntos de muestreo, el contenido de arsénico se encuentra por encima de los valores permisibles para agua potable y en determinados puntos el zinc, el cobre y el plomo. Otros parámetros medidos constatan que el pH alcalino de las aguas sobrepasa los límites permisibles para el agua potable; también en la mayoría de los casos la salinidad no permite su consumo, la demanda

química de oxígeno sobrepasa los límites permitidos para agua potable; el lago Uru Uru puede considerarse como un lago salino y el lago Poopó hipersalino. Los contenidos de metales en los sedimentos se encuentran por debajo de los límites permisibles en suelos agrícolas, con excepción del arsénico que presenta concentraciones superiores (Plan piloto Oruro, 1996).

La contaminación de suelos está determinada por las concentraciones de metales en los suelos estudiados; en general son muy bajos o ausentes; sin embargo, los valores de arsénico son los más elevados; el antimonio sobrepasa los límites establecidos en el sur del lago Poopó.

En la totora, que representa un recurso acuático importante como forraje para el ganado vacuno, el factor de bioconcentración más alto o acumulación de metales se presenta en el caso del cadmio, seguido por el estaño, presumiendo que parte de los metales se incorporan por vía atmosférica de las emanaciones provenientes de la fundición de Vinto. Existe una relación entre los contenidos de metales en los sedimentos y las raíces de las totoras, mayormente de arsénico, cobre, mercurio y zinc, mientras que en los tallos las mayores acumulaciones son cadmio, cromo, níquel, plomo, antimonio, selenio, estaño y talio. Los valores de metales medidos en los tallos de la totora son muy bajos y se encuentran por debajo de los límites establecidos para el forraje.

Acumulación de los metales en peces. En el lago Poopó se encontraron altas concentraciones de varios metales pesados en los peces, muy superiores a los contenidos normales en peces de Norteamérica y Europa. Los límites permisibles establecidos para alimentos hacen referencia sólo a elementos cadmio, mercurio y plomo, principalmente, pero los peces del lago Poopó contienen concentraciones de cadmio y plomo mucho más altas que los límites establecidos. En el lago Uru Uru los contenidos de metales en los peces sobrepasan los límites permisibles de plomo en el músculo en el 60% de las muestras y, en el caso del mercurio, en el 38% de las muestras; en las vísceras los valores sobrepasan los límites en el 70% de las muestras en el caso del plomo, en el 15% de las muestras en el caso del mercurio, y en el caso del cadmio, en el 10% de las muestras.

3.1. El río Desaguadero

La zona geográfica en la que se ubica el río Desaguadero tiene un promedio anual de precipitación de 452 mm para las estaciones de Eucaliptus y 418 mm para Oruro. Los

meses de diciembre, enero, febrero y marzo son los de mayor precipitación, alcanzándose flujos en el río de hasta 200 m^3/s como máximo, observado en la localidad de Calacoto; el flujo medio mensual para los meses de enero y febrero en las localidades de Ulloma es de 116 y 149 m^3/s y en Chuquiña de 144 y 175 m^3/s, respectivamente. De acuerdo con el reporte de Polaris:

> En el momento del derrame, el río estaba en una condición de flujo alta, con una descarga de 740 m^3/s medida en Inti Raymi y corrientes de más de 1,5 m/s (...) Las velocidades en las semanas siguientes al incidente se fijan en el orden de 2,5 m/s o mayores.

El río es poco profundo; el nivel del agua en Chuquiña en el momento del derrame era de 150 cm del nivel promedio, medido a principios de enero. Puede alcanzar profundidades de menos de 3 metros en estado de inundación y "el flujo fue tipificado como una especie de ebullición con ondas de remanso. Esto indicaba que estaban ocurriendo fuertes mezclas a lo largo de la columna de agua" (Polaris, 2000), consecuentemente con alto contenido de sólidos en suspensión. De acuerdo a las características físicas del río Desaguadero, operacionalmente fue dividido en siete zonas, cuyas características se presentan en el Cuadro 6. La zona 1 se inicia en el punto donde se generó el derrame y hasta la zona 3 (aproximadamente 171 km) el río corre por un único canal ancho; en la zona de La Joya, se divide la corriente en dos, una que es el canal de flujo primario al lago Poopó y está compuesta de planicies de inundación (zona 6), la segunda corriente es un canal de flujo secundario que llega al lago Uru Uru (zonas 4 y 5) y se conecta posteriormente con el lago Poopó.

3.2. Contaminación de agua

El monitoreo de muestras de agua del río, de acuerdo al tercer informe intermedio de Transredes, fue dividido en cuatro fases: la fase 1, del 9 al 19 de febrero; la fase 2, del 29 de marzo al 19 de mayo; la fase 3, del 14 de junio al 11 de julio; y la cuarta fase, del 4 al 9 de septiembre. Los estándares de calidad que se utilizaron para agua superficial son los acostumbrados en Canadá y Estados Unidos de Norteamérica.

En la primera fase se reportó "BDL", es decir, por debajo del límite de detección para la mayor parte de los compuestos considerados como tóxicos para el medio ambiente (los laboratorios contratados por Transredes fueron: Spectrolab y Dames & More).

Cuadro 6
Resumen de las características físicas del área afectada

Zona	Longitud	Características físicas
1	53 km	Canal único con barras de punta y montículos: áreas altas y de planicies inundadas
2ª	30 km	Canales simples, múltiples y entrelazados con planicies inundadas, islas, barras de punta y montículos
2B	65 km	Canales simples, múltiples y entrelazados con planicies inundadas, islas, barras de punta y montículos
3	23 km	Canal simple con planicies inundadas, barras de punta y montículos
4	20 km	Canal simple con planicies inundadas, barras de punta y montículos
5ª	37 km	Canal modificado manualmente que conduce a una planicie inundada al SE
5B	56 km	Pequeño canal simple, parcialmente modificado en forma manual con diques a la distancia más baja: planicies inundadas y barras de punta
5C	20 km	Pequeño canal simple, modificado parcialmente por el hombre con diques en la parte más lejana: planicies inundadas y barras de punta
5C-1	>100 km	Canales de irrigación y acequias hechas manualmente
6ª	21 km	Canales confinados iniciales que conducen a múltiples canales del sistema de tierras bajas del delta con extensas planicies inundadas
6B	18 km	Sistema múltiple de canales en tierras bajas con canal simple a distancia más lejana: extensas planicies inundadas
6C	24 km	Canales múltiples en el delta de tierras bajas con extensas planicies inundadas
7	53 km	Canal simple que conduce a extensas planicies inundadas del delta
Lago Uru Uru		Lago poco profundo con extenso lodo, riberas húmedas: salida de canales múltiples al lago Poopó
Lago Poopó		Lago poco profundo con extenso lodo plano y orillas húmedas

Fuente: Informe de Polaris para Transredes.

En la segunda fase, donde se realizó mayor cantidad de toma de muestras de agua de río en zonas afectadas por el derrame, se indica la presencia de tolueno y otros compuestos volátiles por debajo de los límites de detección. Sin embargo, los análisis por TPH (hidrocarburos totales de petróleo) mostraron valores significativos, observándose fluctuación de acuerdo al mes y a la zona muestreada. Esta situación quedó contrastada con los resultados de los análisis efectuados por la prefectura de Oruro en

abril, que demostraban de manera contundente que las aguas del río Desaguadero todavía estaban contaminadas (en abril) con petróleo (refiriéndonos al parámetro TPH) si tomamos en cuenta el estándar establecido para la Comunidad Económica Europea de 0,01 ppm.

Las fases 3 y 4 de monitoreo de Transredes reportaron ausencia de contaminantes en el agua.

3.3. Suelos

La caracterización de suelos permite establecer las bases del conocimiento potencial de uso de suelos y facilitar la comprensión de la influencia de los distintos tipos de manejo y las perturbaciones que se manifiestan por la interacción de los componentes bióticos entre sí y el medio físico circundante.

3.3.1. Contaminación de suelos

El equipo de agrónomos contratado por Transredes, en un segundo informe intermedio, reportó las hectáreas de zonas afectadas por la contaminación del petróleo, lo que permite determinar los siguientes hechos:

- Independientemente de la concentración de petróleo en las zonas, se ha estimado que 1.085,88 ha fueron afectadas por el derrame de hidrocarburos.
- Las zonas más afectadas en función a las hectáreas afectadas en las que se ha determinado la presencia de crudo, por orden decreciente son: la zona 6 con el 62% del total de hectáreas afectadas, la zona 4 con el 22 %, la zona 5 con el 11 %, la zona 2 con el 3%, y las zonas 1 y 3 con el 1%.
- Las bolsas de crudo recogidas durante la limpieza por hectárea de superficie, con presencia de petróleo, permite establecer el nivel promedio de la concentración de petróleo que guarda relación con el grado de esparcimiento y las características físicas de las zonas, aguas debajo de punto del derrame. Es decir, en las zonas 1, 2 y 3, donde el río Desaguadero corre por un único canal, tienen los valores altos de concentración equivalente de petróleo por hectárea; la zona 4 en la que se bifurca el río y las zonas 5 y 6 donde están ubicadas las grandes áreas de inundación tienen valores relativos menores a los anteriores.

- Sin embargo, el hecho de comparar las superficies afectadas con la concentración equivalente de las zonas, no implica determinar grados de contaminación, puesto que, independientemente de la cantidad de crudo derramado por zonas, en todas ellas se ha evidenciado niveles superiores a los permisibles (Transredes, 2000).

Cuadro 7
Resumen de parcelas inspeccionadas por zonas

Zona	Superficie con presencia de crudo (ha)	Número de bolsas recogidas	Bolsas recogidas (por ha)
1	14,82	93.071	6.280
2	35,56	303.284	8.529
3	14,10	106.749	7.571
4	244,31	140.381*	575
5 A	12,57	35.402	2.816
5 B	38,93	5.829	150
5 C	65,71	42.770	651
6	659,88	105.025	159,16
7	0	0	0
Total	1.085,88	823.511	

*La zona de Chuquiña quedó pendiente de limpieza.
Fuente: Segundo informe intermedio de Transredes, elaboración propia.

Si se identifican a las comunidades afectadas, la comunidad Jacha Toma Toma ha sido la más afectada, en una superficie aproximada de 250 ha con relación a las comunidades de Huayta, Huichuta, Jacha Chulampi, Choro Choro, Jacha Umalaca (todas de la zona 6), La Joya y Kochi (de la zona 4) con superficies afectadas por debajo de 90 hectáreas.

3.3.2. Labores de limpieza

Luego del derrame de petróleo, Transredes inicio las labores de limpieza detectando manchas de petróleo en toda la cuenca del Desaguadero mediante filmaciones aéreas a baja altura. Los criterios aplicados para la limpieza han sido interpretados de la siguiente forma:

- Se permitirán manchas de petróleo sin limpiar de menos de un metro de diámetro.
- Se permitirán manchas de petróleo individuales sin limpiar menores a 50 por 50 cm y menores de 3 mm de espesor.
- Se permitirán manchas de petróleo que cubren una superficie menor al 20% de un área mayor a 10 m de largo y mayor a 3 mm de espesor.

Sobre la base de estos criterios se han establecido las siguientes categorías de limpieza:

- Categoría 1: No se observa petróleo, limpieza completada.
- Categoría 2: Presencia de petróleo que no cumple con los criterios de limpieza, no se recomienda la limpieza.
- Categoría 3: Presencia de petróleo, no se recomienda la limpieza o es de prioridad secundaria.
- Categoría 4: Presencia de petróleo, se recomienda la limpieza.

En los meses de marzo y abril, la empresa Polaris (contratada para la limpieza por Transredes) extiende certificados de haber completado la limpieza en las zonas, catalogando como categoría 2 y 3 la mayor parte de ellas; el número de bolsas recogidas se muestra en el cuadro anterior. Al 14 de junio de 2000, se habían recolectado 830 mil bolsas de material con petróleo en las piletas de contención de Sica Sica, restando limpieza y recojo de bolsas de la zona 6, tarea suspendida por el conflicto con la comunidad de Chuquiña y completada al final del año por intervención de la Fiscalía de distrito, a requerimiento de los pobladores de dicha comunidad; en el tercer informe intermedio de Transredes (enero del 2001) se reportan 860 mil bolsas de desechos de la limpieza del derrame de petróleo trasladados a un almacenamiento temporal en Sica Sica.

3.3.3. Toxicidad del petróleo en suelos

El comportamiento del petróleo en el suelo depende tanto de las características del suelo como de la composición y propiedades físico-químicas del petróleo. Las características del suelo están referidas al tipo de suelo, tamaño de grano, porosidad y permeabilidad del área superficial, contenido de materia orgánica y su capacidad de intercambio iónico;

por otra parte, la composición química y las propiedades físico-químicas como la solubilidad en medio acuoso, el punto de ebullición, el coeficiente de difusión en el aire y la presión de vapor son parámetros importantes del petróleo a la hora de caracterizar la contaminación de suelos.

Los estándares de calidad de suelos en los que se basó Transredes para comparar sus resultados de análisis químico están referenciados a las normas de Canadá y Estados Unidos de Norteamérica, ante la inexistencia de regulaciones bolivianas. Los compuestos de mayor preocupación, desde el punto de vista toxicológico, son los BTEX y las fracciones PAHs (hidrocarburos aromáticos policíclicos).

En la primera fase del programa de monitoreo ambiental que realizó Transredes (9 de febrero al 19 de febrero 2000), se evidenciaron valores en TPH en sedimentos por encima de los valores límites permisibles (340 mg/kg) en puntos de muestreo de las diferentes zonas del derrame. Así, un punto de muestreo de la zona tenía una concentración en TPH por encima de los 5.000 mg/kg y las zonas 4, 5, 6 y 7, concentraciones por encima de 1.000 mg/kg; estas concentraciones ratifican la afirmación de que independientemente de la cantidad de petróleo derramado por zona, en cada una de ellas se han observado concentraciones por encima de los límites permisibles por los estándares de calidad de suelos. En esta primera fase, se realizaron también muestreos de los sedimentos de fondo a lo largo del río Desaguadero y de los lagos Uru Uru y Poopó, demostrando que los análisis por TPH no sobrepasaban los límites de detección (Polaris).

Febrero, marzo y abril han sido los meses en los que se han intensificado las labores de limpieza y paralelamente continuaron las fases 2, 3 y 4 (septiembre) de monitoreo ambiental en las que los reportes de TPH en sedimentos mostraban "ND" no detectado.

A fines del mes de junio y a requerimiento del Comité Cívico de Oruro, se solicitó a la empresa canadiense Patch de Servicios de seguridad ambiental realizar el muestreo de suelos a diferentes profundidades (los resultados fueron desconocidos por Transredes, arguyendo el incumplimiento de protocolos internacionales para la toma de muestras). Los valores encontrados se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8
Contenido de hidrocarburos totales de petróleo

Parámetro	TPH, mg/kg
Nº 2: Superficie suelos y pastos	8050
Nº 3: Suelos de 5" pulgadas de profundidad	60.600
Nº 4: Petróleo	120.000
Nº 5: Suelos de 4 pulgadas de profundidad	42.100
Nº 6: Suelos de 10 pulgadas de profundidad	49.800
Nº 7: Superficie suelos y plantas	108.000

Fuente: Patch, 2000.

Niveles altos de hidrocarburos fueron detectados en la superficie y el suelo y fueron interpretados por la Patch Services de la siguiente manera:

> ...se determina que si no es tomada una acción positiva, los residuos de petróleo persistirán en las áreas afectadas por el derrame por tiempo prolongado. Las propiedades físicas y químicas del petróleo afectarán severamente al ecosistema que no podrá recuperarse si no es con el debido tratamiento. La fauna y flora serán negativamente impactadas, mientras se permita que el petróleo permanezca sin el debido tratamiento.

También mencionan que "no es recomendable embolsar y enterrar materiales contaminados" ya que este método impide la descomposición de los contaminantes puesto que se dispersarán penetrando en el subsuelo, lo que implica aplicar métodos de descontaminación de tierras para su bioremediación y "una vez cumplidos los pasos en su tratamiento sean devueltas a su lugar de origen como tierras aptas para su reincorporación a su ecosistema".

Independientemente del programa de monitoreo ambiental de Transredes, el grupo de investigación realizó en los meses de diciembre de 2000 y enero de 2001, muestreo de sedimentos en diferentes localidades designadas en el plan de muestreo de la empresa ENSR, encargada de la auditoría ambiental, habiéndose obtenido los resultados que se muestran en el Cuadro 9. Si bien los valores están por debajo de los estándares de referencia, nos indican la persistencia de la presencia del petróleo derramado a casi un año del derrame de petróleo y de la calidad de la limpieza efectuada por Transredes; los valores de las muestras M-1, M-2 y M-3 corresponden a la localidad de Chuquiña, donde el petróleo no fue limpiado, y que todavía sostiene conflicto con Transredes.

Cuadro 9
Análisis de sedimentos

Muestra	Fecha	UTM		Lugar y ubicación	TPH, mg/kg
		N	E		
2	16-12-00	0662989	8034175	Chuquiña: río Desaguadero (zona 4)	87,9
4	10-12-00	0630619	8058861	Colqueamaya: río Desaguadero (zona 2)	101,1
5	16-12-00	0553566	8066879	Ulloma: río Desaguadero (zona 1)	54.6
6	17-12-00	0726463	7898078	Llapallapani: río Desaguadero (zona 7)	44,2
7	17-12-00	0726463	7898078	Llapallapani: río Desaguadero+ 500 m (zona 7)	32,4
8	18-12-00	0676072	7955561	Juchuy Jauira: canal (zona 5)	106.2
9	17-12-00	0702509	7993226	Lago	34.9
10	17-12-00	0702509	7993226	Lago + 300m	35.0
M-1	12-01-01	0663933	8026222	Tuluhuta: propiedad de Concebina Marca	63.662,3
M-2	12-01-01	0663990	8026354	Rebalse río Desaguadero	111.194,6
M-3	12-01.01	0663969	80261354	Chuquiña (zona 4)	184.262,8

Fuente: Laboratorio Spectrolab (Oruro).

3.4. Rehabilitación y verificación de canales

Los canales existentes en la zona del derrame tienen antecedentes técnicos e históricos de haber sido habilitados por los pobladores de diferentes localidades con fines de irrigación, consumo animal y humano. La mayor parte de los canales se encuentran ubicados en la zona 5C y las zonas 1 a 4. Algunos de ellos se encontraban cerrados a consecuencia de la acción oportuna de los pobladores, anoticiados del derrame de petróleo ocurrido aguas arriba. Sin embargo, por la crecida del agua en los niveles de agua en el río, muchos de ellos fueron inundados y contaminados en sus riberas. Según el segundo informe intermedio de Transredes, en todos los canales se terminó la limpieza. El Canal zona norte, de 9,5 km de longitud, estaba abierto durante el derrame; el Canal villa Icoya, 5 km, cerrado; el Canal ventilla, 3 km, cerrado; Rancho Choque Nº 1, 10,9 km, abierto; Rancho Choque Nº 2, 3 km, cerrado; Corsiri Circapata, 2,5 km, abierto; Ñequehauira, 7 km, abierto; Chuquilaca, 18 km, abierto; Central Unificada/el Choro, >200 km, abierto; Canal Huancaroma, 10 km, abierto; Canal centro Ribera, 8-10 km, cerrado; Canal Toloma, 5 km, cerrado; Canal Alto Ribera, 10 km, cerrado; Canal Colque Amaya, 10 km, cerrado; Capitán Castrillo, entrada, cerrado; Pumanchaia, 6 km, abierto; Canales de Santo Tomás, (3 x 300 m + 4 x 50 m), abierto; y Canal Collana, 23 km, abierto.

Las operaciones de limpieza del petróleo en los canales se realizaron en los meses de marzo a mayo de 2000. Para la verificación de la limpieza se tomaron dos criterios: el primero relacionado a la concentración de TPH de 340 mg/kg para suelos y sedimentos, y el segundo basado en el parámetro de 500 ppm (en ausencia de criterios bolivianos) medido con un detector de hidrocarburos por fotoionización (PID o DFI que es lo mismo). Este detector mide los compuestos volátiles generalmente más tóxicos y los más solubles en el agua. El valor de 500 ppm corresponde a la normativa del Estado de Florida de EE.UU. como "suelos excesivamente contaminados" y está directamente relacionado con la posibilidad de afectar el agua subterránea que es fuente de agua potable para consumo humano; si los valores están por debajo de 500 ppm, se considera como concentración máxima residual a permitirse; de lo contrario, debería recurrirse a una nueva limpieza.

Basándonos en los reportes de rehabilitación de 27 canales del segundo informe intermedio de Transredes, observamos valores altos para los canales de El Choro, Chuquilaca, Corisiri, Norte, Chanchería y de los Choques tanto para TPH como para PID. Es importante destacar que los niveles de contaminación en los canales antes de la limpieza fueron más elevados, puesto que la limpieza recién se la efectúo después de un mes de producido el derrame.

Ya para el tercer informe intermedio de Transredes, que se dio a conocer en enero del 2001, se indicaba que la limpieza de los canales se realizó a niveles que definitivamente alcanzan normas internacionales.

4. Aspectos físico-naturales en las zonas de estudio

4.1. Ubicación y descripción geográfica

En el caso específico de las comunidades en estudio, éstas se encuentran ubicadas en el departamento de Oruro. Huancaroma pertenece a la provincia Tomás Barrón, municipio Eucaliptus; Toma Toma, por su parte, pertenece a la provincia Saucarí, sección municipal Toledo; y Chuquilaca a la provincia Cercado, sección municipal El Choro.

La provincia Tomás Barrón está enteramente incluida en lo que se denomina Altiplano central. La comunidad de Huancaroma está ubicada en la parte norte del departamento de Oruro, a 8 km de Eucaliptus y a unos 59 km de la ciudad de Oruro, viajando por la carretera a Inti Raymi. La sección municipal de Toledo, capital de la provincia Saucarí, está ubicada en la región occidental del departamento de Oruro, a una distancia de 38 km

de la ciudad de Oruro. La segunda sección municipal de El Choro se encuentra ubicada geográficamente en el sector oriental del departamento de Oruro, al sur de la ciudad capital, distante a 40 km aproximadamente.

4.2. Relieves

Se trata de una región ecológicamente muy frágil ante intervenciones antrópicas y fenómenos naturales; cuenta con superficies planas y poco accidentadas. La vegetación se compone de praderas nativas y praderas introducidas, que cuentan con sistemas de canales de riego y, esporádicamente, cultivos agrícolas.

Huancaroma presenta relieve poco montañoso, con superficie plana; la vegetación es de cultivos introducidos y nativos. La topografía es poco susceptible a inundaciones, presenta pendiente de 3% y serranías casi uniformes.

Toma Toma tiene relieve semi accidentado; vegetación con totorales, kauchi, chijial y otros. Su topografía es plana, susceptible a inundaciones en época de lluvias.

Chuquilaca tiene relieve accidentado; vegetación con chiji, pajonal, kauchi, thola y otros introducidos. La topografía es plana, compacta, con capa arable inexistente, suelos de formación rocosa, con pendiente de 0,5%.

4.3. Pisos ecológicos y clima

Por su ubicación geográfica la provincia Tomás Barrón (Huancaroma) abarca áreas semihúmedas a semiáridas, diferencia que no solamente es causada por las precipitaciones sino también por la humedad atmosférica. Ésta a su vez origina una enorme diferenciación térmica, en la que el límite de heladas es un factor de suma importancia para la vegetación y el uso de la tierra. Factores como orientaciones y pendientes determinan variaciones locales del clima. A esto se agrega un sistema eolítico muy pronunciado que conduce las constataciones fisiológicas y determinadas manifestaciones antropogénicas. Su piso ecológico presenta un ecosistema denominado páramo, donde abundan líquenes con vegetación de pastizales. (PDM Eucaliptus, prov. Tomás Barrón, 1999).

El clima en la provincia Saucarí (Toma Toma) se caracteriza por ser seco y frígido, con temperaturas bajas que se dan en diferentes estaciones del año; presenta déficit de precipitación y lluvias muy irregulares, peligro de heladas tempranas y atrasadas, granizadas frecuentes, vientos fuertes causantes de la erosión eólica. El sol junto al viento producen rápida evaporación de las aguas del suelo y el levantamiento de partículas de

tierra en polvo. La superficie dominante son las praderas nativas. (PDM del municipio Toledo, prov. Saucarí, 1999).

En la provincia Cercado (Chuquilaca), generalmente después del periodo de lluvias se ingresa al periodo seco en los meses de junio a octubre. Cuando existe deficiencia de lluvias y alta evaporación del suelo se presenta la sequía. La helada es un factor climático muy común en el altiplano con efectos negativos para la agricultura y ganadería. El piso ecológico es lacustre con problemas de drenaje, depresiones de afloramientos salinos. (PDM del municipio El Choro, prov. Cercado, 1999).

4.4. Suelos y degradación medioambiental

En algunas microrregiones existen suelos que pueden ser recuperados para la agricultura o pastizales, con posibilidades técnicas para mejorar o recuperar gran parte de estos suelos salinos.

La región de Eucaliptus (Huancaroma) está constituida por zonas montañosas bajas, serranías, glasis de pie de monte, planicies con sedimentos de lagos desaparecidos, de textura arcillosa limoso. El color superficial es pardo rojizo, y tiene un potencial agrícola. Los suelos de la provincia Saucarí (Toma Toma) varían desde arenosos hasta arcillosos, están afectados grandes sectores por problemas de salinización. Las características de la zona no son iguales, pero tienen rasgos comunes. La región sur de la provincia Cercado (Chuquilaca) cuenta con suelo sedimentario lacustre en la mayor parte de la superficie.

El suelo de Huancaroma está formado por una mezcla de partículas, es suelo típico compuesto por un 50% de materia sólida y un 50% de espacio poroso. Existe erosión eólica en la zona norte del distrito, formación de cárcavas por erosión hídrica y tala de arbustos y sobrepastoreo.

En Toma Toma los suelos son arcillosos, no aptos para la agricultura, con capas delgadas y sedimentos aluviales y lacustres, areniscas y arcillosas. La erosión hídrica provoca inundaciones, ahogando los cultivos naturales y la abertura de cárcavas. Hay erosión eólica por su topografía plana y erosión por contaminación de desechos minerales.

Chuquilaca tiene suelos profundos, es moderadamente drenado, de textura fina en todo el perfil (franco arcilloso a arenoso). Presenta erosión eólica y erosión hídrica.

El comportamiento ambiental hace referencia a la dinámica e interrelación de los elementos del medio ambiente como suelo, agua, aire y los llamados elementos

bióticos. Como toda región del altiplano central, las zonas presentan variaciones climáticas y ambientales en tiempo y espacio, que dan lugar a inclemencias como inundaciones, heladas y sequías.

En Huancaroma, el suelo es de textura arcillosa limoso, de color superficial pardo rojizo, apta para la agricultura; el agua es potable, levemente salada, con baja cantidad de iónes disueltos; el aire no presenta ningún tipo de contaminación. Toma Toma, por su parte, no presenta ningún tipo de contaminación directa en su suelo, susceptible a la contaminación por la empresa Inti Raymi; el agua tiene problemas de salinidad creciente, aguas con clasificación C3 y S2, poco saladas; el aire sin ningún grado de contaminación. Chuquilaca tiene condiciones físico-químico-biológicas aceptables en su suelo, con presencia de áreas salitrosas; el agua se obtiene de los canales, el agua del río Desaguadero sirve para su consumo; el aire no presenta grados de contaminación alarmante ni insalubridad.

4.5. Flora y fauna

La caracterización específica en flora y fauna de las tres zonas en estudio es como se indica en los Cuadros 10 y 11.

Cuadro 10
Flora característica de las zonas en estudio

Nombre (vulgar y científico)	Huancaroma	Toma Toma	Chuquilaca
Thola, *baccharis cuadrangulare*	sí	sí	sí
Ñak'a thola, *baccharis sp.*	sí	-	-
Paja brava, *festuca orthophylla*	sí	-	sí
Paja suave, *festuca dolychophylla*	sí	-	sí
Cebadilla, *bromus uniloides*	sí	sí	sí
Kempara, *baccharis juncea*	-	sí	sí
Chiji, *distichlis humilis*	sí	sí	sí
K'auchi, *suaeda foliosa*	-	sí	sí
Quemallo, *eleocharis albibracteata*	-	sí	sí
Totora, *schenoplectus californicus*	-	sí	sí
Cola de ratón, *hordeum muticum*	sí	sí	sí

Fuente: Autodiagnóstico comunal, 1998. E.E. PDM Sajama, PDCR.

Cuadro 11
Fauna presente en las tres comunidades en estudio

Nombre (vulgar y científico)	Huancaroma	Toma Toma	Chuquilaca
Zorro, *canis culpaeus*	sí	sí	sí
Zorrino, *compactus incarum*	-	sí	sí
Vicuña, *vicugna vicugnae*	sí	sí	-
Vizcacha, *lagidium vicaccia*	sí	-	-
Liebre, *ligidium sp.*	-	sí	sí
Pato andino, *anas puna*	sí	sí	sí
Pariguana, *phoenicoparius andinus*	-	sí	-
Pampa tuju, *cavia aparea*	-	-	sí
Águila, *spizaetus omatus*	sí	sí	sí
Perdiz, *nothoprocta ornata*	sí	-	sí

Fuente: Autodiagnóstico comunal, 1998. E.E. PDMs.

5. Aspectos culturales en las zonas de estudio

Las zonas de las riberas al río Desaguadero forman una franja multiétnica con asentamientos aymaras, quechuas y puquinas diseminados por todo este sector, cada uno con características que se manifiestan en su forma de vida, adecuadas al medio ambiente que los rodea.

Cada uno de los pueblos o grupos culturales genera actividades principales y complementarias respecto a su forma de subsistencia. Estas comunidades se encuentran diseminadas a lo largo de todo el sistema de cuenca lacustre, por lo que las actividades que desarrollan, tienen que ver con una cultura ganadera, agrícola y de pesca. Para esto manejan conocimientos y estrategias que mantienen equilibrio en el ecosistema andino.

Las actividades que el hombre andino realiza tanto cotidianamente como en fiestas y rituales están relacionadas con el ciclo agrícola-ganadero. A su vez, los patrones culturales que presenta cada una de las poblaciones conducen a reproducir la estructura social y política, expresada en la forma de organización. En las comunidades estudiadas se desarrollan costumbres y/o rituales relacionados con la productividad agropecuaria, estrechamente interrelacionados con fechas religiosas.

Así, en la comunidad de Toma Toma, el mito que hace referencia a la geografía del lugar cuenta que hace mucho tiempo el Tunari (varón viejo) tenía que contraer nupcias

con Jahuira (mujer joven), quien para congraciarse le llevaba diferentes productos, como maíz, verduras y las mejores frutas que se producían allí donde vivía. Esto fue así hasta que apareció el cerro Silluta (varón joven, cerro árido que no ofrecía nada) que también quería casarse con Jahuira. Comenzó a pretenderla, y ésta también cedió ante sus atenciones. Tunari, al ver que perdía el afecto de Jahuira, entró en disputa con el otro cerro; pero el Tunari perdió la cabeza a causa de un ondazo que le propinó el Silluta le propino, por lo que ahora está desprovisto de pico. La pelea resolvió que Jahuira se casara con el Silluta, que fue más valiente que su adversario. El Tunari se fue a Cochabamba, un valle que goza de buena producción, mientras que el Silluta no pudo dar producción agrícola a la zona de Toma Toma. Ahora, cuando baja agua del Tunari se dice que está llorando por Jahuira.

En la comunidad de Huancaroma nos contaron que sus antepasados desarrollaban, y les recomendaron recordar cada año el ritual del *Illu* y del *arcopunku*. El *Illu* se celebra en la Navidad y está relacionado con la productividad de las ovejas, "si no recordamos esta fecha no tendremos ovejitas"; consiste en hacer tomar de un plato una "illita" (alcohol con refresco) a las ovejas; el *arcopunku* es un ritual para tener más vacas, se realiza en la época de Carnaval. Ambos rituales se desarrollan en el cerro llamado Jacha Punku. Según cuentan, la divinidad que les hacía este favor habría sido hurtada por la comunidad de Quelcata, motivo por el cual ahora esa zona es ganadera. Pero también tienen un Illu de gente, razón por la que Quelcata está poblada, y Huancaroma va quedando desolada.

Otra fiesta que celebran en la comunidad es Santa Bárbara, que se encuentra en la punta de un cerro. También la fiesta de San Agustín, el 28 de agosto, cuando acude una masiva concurrencia de gente de la zona, de otras aledañas y también de Oruro, La Paz y Cochabamba. El ritual consiste en encender velas en nombre de la santa, e indican que es más milagroso para la gente de fuera, y no tanto para los que están cerca. Otra divinidad a la que hace mucho se recordaba cada año era la "Mama Patriciama" y reunía a todos los cantones, pero era muy celosa con las personas creyentes: "cuando los changos se perdían una noche, se decía que se había ido a Patriciama; había camino, pero ahora no sé".

Otra costumbre que se sigue practicando es la *quillpa* (que sustituye a lo que fue el *Illu*); se recuerda cada carnaval y consiste en el recuento del ganado ovino. Después de la provisión de lana de diferentes colores, se procede a colocar a cada oveja "aretitos" de cualquier color; a los primeros se les coloca en todas partes lanas de color, serpentina y

globos en la cabeza, cuello, lomo y la cola; a los machos en el centro de la cabeza; mientras que a las hembras en los lados. Simultáneamente, se prepara una mesa con coca, cerveza y confites; se *ch'alla* para que el próximo año críen más; y se comparte con la gente que viene a acompañar y con la familia.

> El floreo consiste en un conjunto amplio de ritos y ceremonias sociales y religiosas que tienen por objetivo el cumplir con los deberes religiosos y sociales de los pastores para con la Pachamama y de las divinidades que rodean la comunidad pastoril ... la fiesta del floreo tiene una dimensión religiosa, una social y una dimensión ecológica. Mediante estas "costumbres" el pastor procura estar en comunicación con estas fuerzas sagradas y misteriosas de la naturaleza ... respeta y agradece a su tropa y mediante estas ceremonias cumple con la regla de reciprocidad y equilibrio respecto a su ganado. (Van Kessel, *op. cit.*).

Otra leyenda que cuentan es en los pajonales de la iglesia; una abuela vio dos ovejas grandes de color plomo que estaban peleando, y quería llevárselas, pero cuando volvió a ver ya no estaban, entonces fue a buscarlas por el lugar, pero no encontró nada, después vio en el suelo dos ovejas como peleado en forma de piedra, pero no podía llevárselas. Para hacerlo tuvieron que matar una llama y una oveja, y luego recién pudo llevarlas a su casa. Desde entonces es que *ch'allan* para tener un buen año en la productividad de sus ovejas. Además cada marzo cuentan cuántas ovejas ha criado, cuantos machos y hembras, lo que van comparando con el número de confites, que representan a las ovejas; así los de color rosado corresponden a las hembras y los blancos a los machos. Esto también lo hacen en San Juan Calle, el 23 junio.

5.1. Toma Toma

La historia de la comunidad de Toma Toma refiere que antes de su fundación era una pampa donde había muchas tomas de agua, y adonde la gente se dirigía o, estando de paso, se detenía para tomar o recoger agua. De esa costumbre surgió el actual nombre de la población, que se fundó el 2 de febrero de 1962, primero como un rancho de Chuquiña, acompañada de otros ranchos aledaños con quienes estaban unificados, conformando una especie de cadena. Con el transcurso del tiempo se constituyó en segundo vicecantón de Chuquiña, por su posición geográfica central entre el resto de los ranchos. Desde entonces la comunidad ha tenido varias "pérdidas" y también ha recuperado otros ranchos; así, por el desborde del río Desaguadero, los ranchos de Jacha Umalaca, Sika Umalaca

y Kochi se separaron de Toma Toma, pues decidieron pertenecer al municipio de Toledo. Simultáneamente a esta pérdida, Matarjahuira y Challuma pasaron a formar parte de Toma Toma. En la actualidad, uno de los ranchos que fue separado por el desborde es Sika Umalaca, pero desea volver a formar parte de Toma Toma, porque siente que no le toman en cuenta donde ahora pertenecen. Los ranchos que forman parte del vicecantón son los ranchos de Jacha Umalaca, Kochi, Sika Umalaca, Matarjahuira, Jacha Toma Toma, Challuma, Choro Choro, Sica Toma Toma.

La población de Toma Toma es aymara, compuesta por 580 habitantes, que corresponden a 55 familias (entre estantes y migrantes). El acceso a la comunidad es a través de Villa Chuquiña; la relación que tiene con Chuquiña y con la ciudad de Oruro es por medio de la feria que se realiza el viernes de cada semana.

La población cada año disminuye como consecuencia de varios factores, entre ellos la educación de sus hijos, la búsqueda de fuentes de trabajo, por la residencia definitiva en diferentes ciudades[4] o por otros factores complementarios a la actividad ganadera que desarrollan. Las actividades a las que se dedican en la ciudad son el comercio o servicios varios (conducción, gastronomía, albañilería). Además, debemos agregar que la población migrante está constituida en su mayoría por gente joven (varones y mujeres) que vislumbra su futuro fuera de la comunidad.

La comunidad profesa la religión católica y la protestante (adventista y evangélica); aunque ambas tienen suficiente convocatoria, la religión protestante trajo consigo divisiones entre los habitantes de la comunidad. Asimismo, muchas de las tradiciones locales como la fiesta de la Virgen de la Candelaria han sido olvidadas y otras reemplazadas, como es el caso de la fiesta del Niño San Salvador (6 de Agosto) por el campeonato de fútbol con otras poblaciones vecinas (ranchos y cantones).

En cuanto a la educación, antes de la construcción del establecimiento los alumnos asistían a la escuela de Villa Chuquiña, ésta fue fundada en 1968, y comenzó con un solo item. Ahora cuentan con una infraestructura escolar financiada por el FIS, que consta de tres aulas equipadas, una cancha de básquet y una letrina. Para el funcionamiento de la escuela se tiene dos items de docencia, cargos ocupados por la profesora Valeria Herrera y el profesor Jorge Pérez. Los niveles escolares con los que funciona la escuela son de

---

[4] Los lugares de preferencia migracional de los comunarios de Toma Toma están entre Chuquiña, Oruro, Cochabamba, Santa Cruz y la República Argentina.

primero a quinto curso, y son impartidas según la modalidad multigrado. Los niños y niñas que quieren continuar con su educación recurren por lo general a Villa Chuquiña o la cuidad de Oruro.

La asistencia escolar antes del derrame era baja —cinco alumnos—, por lo que el alcalde escolar y los profesores cada año tienen que motivar por medio de obsequios a los padres para que inscriban a sus hijos en la gestión escolar vigente, además de proporcionar alojamiento a los niños de zonas muy alejadas[5].

Durante la etapa de limpieza, el número de alumnos se ha incrementado en la zona a 35 alumnos; esto se debe a que la empresa, a través de los representantes del derrame, obligó a los trabajadores a acudir con su familia e inscribir a sus hijos en la escuela local. Una vez concluida esta etapa el número disminuyó, pero todavía era superior al de la gestión anterior[6].

En cuanto a servicios, la comunidad cuenta con agua extraída de pozos[7] y de vigiñas, pero también se abastece del desborde del río Desaguadero. No hay suministro de energía eléctrica, aunque este proyecto está en vías de plasmarse con el apoyo de la fundación de Inti Raymi, porque es la única comunidad sin este beneficio. Tampoco hay servicios de comunicación.

Con relación a la salud, la posta sanitaria, que fue financiada por la Fundación Inti Raymi, no funciona desde su inauguración por falta de personal e instrumental médico, pero también porque la población de Toma Toma recurre a Villa Chuquiña ante cualquier dolencia. A esta altura, la posta está en deterioro.

Según el seguimiento epidemiológico de la zona antes del derrame, las patologías más frecuentes estaban relacionadas con el sistema respiratorio (IRA's) y con enfermedades diarreicas agudas (EDA's). Los casos atendidos en el Centro de Salud de Chuquiña

---

5 Los niños y niñas que tienen que recorrer diariamente largos trechos para llegar a la escuela, cuentan con la posibilidad de quedarse en una de las aulas de la escuela que los profesores han habilitado para su estadía durante la semana, de este modo los niños se quedan en la comunidad para retornar los días viernes a sus domicilios.

6 Después de la etapa de limpieza, los trabajadores migraron. Sin embargo, en algunos casos, los niños se quedaron en la comunidad sin sus padres, "con la finalidad de terminar el curso", pero también porque los padres migraron en busca de otras oportunidades laborales.

7 Permanentemente se abren pozos para el suministro de agua, pero con el tiempo éstos tienden a proporcionar agua salada, por lo que se hace necesario renovar nuevos pozos o recurrir al río Desaguadero.

hacen referencia a afecciones en el sistema nervioso y pulmonar; los síntomas que han manifestado los lugareños durante la época del derrame y los días posteriores a él, según el Dr. José Huanca, fueron náuseas, vómitos, cefalea frecuente, dolor de estómago, pérdida de apetito, ardor en los ojos y conjuntivitis, entre otros.

La estructura sociopolítica en la comunidad de Toma Toma está constituida por autoridades tradicionales, políticas y sindicales. El corregidor (Felipe Quia) constituye la máxima autoridad política en la comunidad, su función es atender los problemas de la comunidad y gestionarlos con autoridades de su municipio; el agente cantonal (Anselmo Chambi) atiende casos extremos; el *jilakata*[8] (Ismael Choque) atiende problemas de tierras y participa en la elaboración del POA; el alcalde escolar (Abel Chambi) realiza labores de manejo y gestión de recursos; la subcentral campesina, representada por Víctor Mamani, se encarga de temas relacionados con el agro campesino a nivel local. También existe un centro de madres, aunque este año (2001) no ha funcionado; su función es elaborar productos artesanales destinada al comercio regional. Con relación a ONGs, están la Fundación Inti Raymi y FONDEL (Fondo de Desarrollo Local); proporcionan apoyo a las comunidades aledañas en proyectos de salud y educación.

Las interrelaciones entre estas autoridades convergen con la autoridad máxima del cantón que en este caso es el corregidor. Éste, como autoridad máxima, es el directo responsable de todo lo que acontece en la comunidad, educación, salud, problemas sociales, etc., aunque estas áreas estén a cargo de un responsable. Las autoridades comunales dependen del corregidor para la toma de decisiones al interior de la comunidad. Cada autoridad de la comunidad a su vez depende de autoridades superiores inmediatas, según jerarquías regionales y nacionales.

Antes del derrame, el movimiento sindical-provincial en torno a la central campesina fue el "encargado" de mediar por los intereses comunales; después se produjo una fragmentación entre las autoridades, debilitando el liderazgo comunal y originado la desconfianza en las autoridades (desconocimiento de autoridades). Esta fragmentación se dio también entre comunarios y familiares, basados en intereses individuales (económicos).

---

8 Cada año se nombran dos *jilakatas*, designados semestralmente, uno en San Juan y el otro en Navidad; son autoridades del ayllu, que en la zona se denomina Chariri; eligen una autoridad de Sur Chariri y de Nor Chariri.

5.2. Chuquilaca

En principio, la comunidad de Chuquilaca formaba parte de las viviendas que componían Rancho Juaniquina; después de un tiempo se constituyó en un rancho con sus respectivas viviendas; esto obedeció a la ubicación estratégica de las viviendas cerca del río, por lo que se independizaron.

Éste es uno de los factores por los que la población de Chuquilaca no cuenta con un centro poblado; por el contrario toda la población y sus viviendas respectivas están dispersas. Para llamar a la participación de los comunarios se recurre a la campana de la iglesia (católica), que también hace de centro de reuniones. Rancho Chuquilaca en la actualidad comprende las comunidades de Chambi y Chuquilaca.

La fiesta de la comunidad se celebra el 12 de octubre, que recuerda la fundación de Crucero Belén. La población de Chuquilaca es aymara-quechua y está compuesta por 225 habitantes, que corresponden a 55 familias.

La población de Chuquilaca tiene la tendencia de migrar a las comunidades más cercanas, como Rancho Juaniquina y Crucero Belén, pero también a ciudades como Santa Cruz, Cochabamba, Oruro, Brasil, Argentina, Potosí y La Paz, motivados por la búsqueda de fuentes de trabajo o el desarrollo de otras actividades como costura, albañilería, carpintería y otros servicios, porque hay menos intensidad en la ganadería y agricultura; pero también migran por la educación de sus hijos. La población migrante se compone de jóvenes (varones y mujeres) en busca de mayores perspectivas laborales y educativas y adultos varones (solos o con familia).

En la comunidad están presentes la iglesias católica y protestante (evangélica). Aunque hay una predominancia de la primera, se advierte que la evangélica va cobrando cada vez más adeptos; además es relevante cómo esta última tiene una influencia determinante en el comportamiento de sus miembros respecto de la vida comuntaria en general.

Respecto de la educación, la comunidad de Chuquilaca no cuenta con ningún centro educativo; los niños y niñas en edad escolar recorren cerca de 3 km diariamente hasta Rancho Juaniquina y más de 6 km hasta Crucero Belén, pues esta última cuenta con todos los niveles escolares y colegiales.

Las condiciones de la comunidad en cuanto a servicios son pobres: no cuentan con agua potable, sino que se proveen de los canales rudimentarios que vienen desde el río Desaguadero y de las vigiñas. No hay suministro de energía eléctrica, no tienen posta sanitaria y recurren a Crucero Belén.

En cuanto a la organización y las autoridades, Chuquilaca tiene un corregidor (Joaquín Chirilla) que se constituye en la máxima autoridad política en la comunidad; atiende los problemas de la comunidad y gestiona con autoridades de su municipio; también está la Central Unificada El Choro, cuyo presidente es Paulino Noya. Es responsable de la organización, turneaje y limpieza de los canales de riego. Wálter Chambi Chinche funge como presidente de canalización, que apoya en las labores del presidente de la central. El juez de aguas (Félix Cotaña Chirilla) resuelve problemas relacionados con los turnos, tiempos, fechas y terrenos relacionados con el riego. El secretario de actas (Florentino Chinche Chirilla) colabora con la constancia de las asambleas y sus resoluciones que se originan. Las autoridades originarias (José Paredes y Pedro Ajhuacho), atienden problemas familiares y de tierras. El Centro de madres 27 de mayo elabora productos artesanales destinados al comercio en la feria de Crucero Belén. Otras organizaciones, como JICA, apoyan en proyectos de agua potable.

5.3. Huancaroma

La comunidad de Huancaroma originalmente fue una hacienda que, por resolución de la Reforma Agraria (1953), fue parcelada, otorgando la dotación de tierras a los colonos; actualmente impera la organización sindical.

Los ranchos que comprende la comunidad de Huancaroma son: Huancaroma, Challuma, Loco Huma, Wabiata, Jantu Tuya, Iquivilli, Janco Huma, Santos Umaña, Castilla Jawira.

La población es de origen aymara; está compuesta aproximadamente por 240 habitantes, que corresponden a 45 familias. El 50% de la población está concentrada en la población misma de la comunidad, mientras que el resto está disperso. La fiesta de Huancaroma es el 28 de agosto, en celebración de San Agustín.

Es notable cómo la población de Huancaroma va disminuyendo cada año porque la población joven y adulta sale en busca de nuevas fuentes laborales, preferentemente temporales, y de la formación escolar de los niños y jóvenes. Las actividades a las que se dedican en la ciudad son el comercio o servicios varios (costura, chofer, gastronómicos, albañilería). La población migrante —compuesta por familias completas, por jóvenes o varones adultos— tiene una tendencia a migrar con destino a Eucaliptus, Cochabamba, Santa Cruz, Oruro, La Paz, Beni y otros.

En la comunidad predomina la religión católica, pero la presencia de la religión protestante es inevitable; simultáneamente se cumplen con los ritos y celebraciones en honor a la madre Pachamama (religión ancestral), mientras que la protestante no permite su ejecución. La división entre comunarios cobra relevancia cuando la comunidad celebra sus tradiciones religiosas católicas.

En cuanto a la educación, cuentan con una escuela provista de dos aulas y una cocina. Poseen un ítem para el profesor que reside en Eucaliptus, aunque tiene a su disposición una habitación para los días hábiles. Los niveles escolares con los que funciona la escuela son de primero a cuarto curso (nivel básico); trabajan según la modalidad multigrado, pero no se habilitan todos los niveles cada año, sino de forma alternada, es decir, un año se habilita el primer y tercer nivel, y el siguiente año corresponde al segundo y cuarto nivel. Los niños y niñas que quieren continuar con sus estudios deben migrar a la provincia de Eucaliptus o a las ciudades capitales. La asistencia de alumnos antes y durante el derrame no ha variado (13 alumnos).

En cuanto a servicios, la comunidad utiliza agua de pozos familiares y comunales, pero se sirve del río Desaguadero para uso doméstico y consumo del ganado. Cuentan con energía eléctrica extendida para la población concentrada y dispersa. No tienen centro de salud ni servicios de comunicación.

La estructura sociopolítica en la comunidad de Huancaroma está constituida por autoridades tradicionales, políticas y sindicales, auque estas últimas tienen mayor relevancia, específicamente el sindicato de canalización de riego.

El corregidor es don Armando Herrera, máxima autoridad política de la comunidad; el secretario general de canalización (Constancio Mamani Baltazar) es responsable de la organización, turneaje y distribución de los canales de riego. Además hay un presidente de OTB, don Dionisio Mamani, que se encarga de los problemas locales y territoriales además de participar en la elaboración del PDM y el POA. Las autoridades originarias (el jilakata Mateo Veizan Corani), atienden problemas de tierras y linderos. Otras instituciones son CARITAS, FADES, Banco Sol, que proporcionan apoyo a las comunidades aledañas, en proyectos de salud y educación.

Las interrelaciones que se establecen entre las autoridades de la comunidad también recaen sobre el corregidor, pero hay que resaltar los lazos de coordinación que se han establecido entre las autoridades (tradicionales, políticas y sindicales); este hecho se debe a varios factores como el grado de interrelación entre las personas de la comunidad, el

reducido número de pobladores y, por ende, las pocas opciones de elección de nuevas autoridades, casi impuestas por la comunidad, sobre los deseos o disposición de la persona nombrada.

6. Aspectos económico - productivos de las zonas de estudio

La población de Huancaroma se caracteriza por la crianza de ganado ovino, bovino, y en número reducido, de llamas; la comunidad es conocida regionalmente como una ex hacienda, constituida hoy en una empresa pionera en la crianza de vacas lecheras de propiedad de la familia Rodríguez Aguiló y ocupa la mayor parte de las áreas de pastoreo en el lado sur de la comunidad. Los habitantes de la población son ganaderos y agricultores; se ha podido establecer que el 66,7% se dedican de manera principal a la ganadería, el 18,1% tienen como actividad principal la agricultura y el resto se dedica a otras actividades productivas. Por lo tanto, la actividad económica más importante es la ganadería, de la que obtienen sus ingresos por la producción de carne ovina y en menor cantidad de productos lácteos como queso y leche de vaca; la agricultura es una actividad complementaria sólo con fines de subsistencia, contados pobladores se dedican a otras actividades con fines de mejorar sus ingresos económicos. De manera habitual comercializan sus productos en la localidad de Eucaliptus en la feria de los días martes, y en las ciudades de Oruro y La Paz.

La comunidad de Toma Toma es muy conocida regionalmente como el centro de producción de totorales, allí se puede encontrar totorales de más de tres metros, lo que la convierte en un área no sólo ganadera, sino también de lugares exóticos. Los pobladores son en su generalidad ganaderos de ovinos, en menor cantidad de vacas y excepcionalmente de llamas; determinando que la principal vía de ingresos es la actividad ganadera, con la comercialización de productos de carne ovina, lana, leche de oveja y es también importante productor de quesos. La agricultura es una actividad de subsistencia, cultivan principalmente, en orden de importancia, papa, quinua y kañawa. Habitualmente venden sus productos en la misma localidad, en la feria periódica de los viernes de cada semana, y en la ciudad de Oruro.

En la población de Chuquilaca, la gran mayoría de los comunarios se dedican principalmente a la ganadería de ovinos y vacunos; la actividad agrícola tiene menor proporción (quinua, cebada y papa), así como el comercio de productos agropecuarios y el trabajo asalariado o artesanal (costura, transporte y construcción). Oruro se constituye

en el centro más próximo donde realizan la venta de productos como carne ovina, queso, lana y otros. El sistema de comercialización de la zona se manifiesta en dos formas: en base al dinero y de la forma tradicional que es el trueque.

6.1. Sistemas agrícolas

En Huancaroma, como consecuencia de la ampliación de terrenos de cultivo, principalmente para la papa, la tecnología empleada es semimecanizada, ya que para la roturación del suelo se hace uso del tractor con arado de discos; el propietario del tractor presta sus servicios y cobra por hora y/o tarea (un día de trabajo). Para el resto de las labores culturales, como la siembra y la cosecha, la labor es manual, con el uso de la picota. También se hace uso de la tracción animal en la roturación del suelo y en el aporque de la papa.

El sistema de producción agrícola de Toma Toma es tradicional, lo que quiere decir que el manejo de la agricultura se mantiene desde los ancestros, utilizando en la siembra y cosecha instrumentos como la yunta, el azadón, el arado de palo, etc. Mínimamente se utiliza el sistema semi mecanizado, combinado con lo tradicional.

En Chuquilaca, la producción agrícola utiliza los instrumentos de técnica tradicional como el arado de palo y el azadón; se hace uso de abono natural (estiércol de ovino) y se maneja el calendario local e indicadores naturales del clima. El sistema moderno aporta con el uso del tractor, arados metálicos, semilla mejorada y riego por canalización.

6.2. Recurso suelo

Desde el punto de vista del uso del recurso suelo para la agricultura, las características básicas en Huancaroma son la textura arcillosa, de color superficial pardo rojizo, suelo típico compuesto por un 50% de materia sólida y un 50% de espacio poroso, apto para la agricultura.

El suelo de Toma Toma es del tipo arcilloso, con capas delgadas de sedimentos aluviales y lacustres, areniscas y arcillosas, no apto para la agricultura. Allí han sido cuantificados 6.552,4 ha de terreno en la que predomina la pradera tipo totoral con 2.794,1 ha, seguido por la pradera tipo chijial con 1.091,3 ha, herbazal ripario de kempara con 525,3 ha, gramadal medio de cola de ratón con 83,8 ha y finalmente el pastizal de quemallo con 29,8 ha; los suelos desnudos están distribuidos en las diferentes parcelas, llegando a una superficie de 1.554,9 hectáreas.

En Chuquilaca, el suelo se caracteriza por ser franco arcilloso a arenoso, moderadamente drenado y de textura fina en todo el perfil, con condiciones físico-químico-biológicas aceptables, con presencia de áreas salitrosas. Del total de 1.297,1 ha de suelos cuantificados, la mayor parte de las tierras corresponden a las praderas nativas (1.193,6 ha, 92,02%) que son usados para el pastoreo de animales; el uso en la agricultura es para cultivos de alimentos humanos y forrajes, destinados para el autoconsumo familiar y pecuario (74,3 ha, 5,73%), el resto son suelos desnudos sin uso (29,2 ha, 2,25%).

6.3. Principales cultivos, superficie y volúmenes de producción

Como consecuencia de no contar con referencias específicas de la extensión y volúmenes de producción de los cultivos en las zonas de estudio, se ha optado por la cuantificación directa de los mismos en función a su afectación por el petróleo derramado.

En Huancaroma, de acuerdo al cuadro 12, existen más de 38 ha implantadas de alfalfa, siendo ésta y las siembras puras y asociadas con pastos las que representan un alto porcentaje de superficie; el cultivo de las gramíneas pratenses y anuales (cebada) tienen su importancia por las cantidades cultivadas. La mayor cantidad estimada de forraje perdido corresponde a cultivares de alfalfa debido principalmente a su elevada capacidad productiva de biomasa en condiciones de altiplano, además que los rendimientos históricos señalan su estabilidad de producción bajo condiciones limitadas de clima. Por otra parte, las estimaciones de pérdida de biomasa resaltan a las pratenses en general porque en esta localidad estos cultivos reciben riego suplementario lo cual implica realizar tres corte al año. De los cultivos agrícolas identificados, resaltan con mayor superficie cultivada la quinua seguida del haba y la papa; sin embargo, las mayores cantidades estimadas de pérdida productiva corresponden al haba y papa respectivamente.

En la localidad de Toma Toma, por el tipo de suelo arcilloso-limoso, la mayor parte de la superficie se anega por los desbordes del río Desaguadero en época de lluvias; por tanto, son terrenos marginales para la práctica de cultivos. En este sentido, las praderas nativas son generalmente consideradas como un recurso insustituible e invalorable y se constituyen en el único soporte alimenticio de los ovinos y bovinos durante todo el año.

Cuadro 12
Cultivos principales, superficie y producción afectada localidad de Huancaroma

Cultivos	Superficie afectada (ha)	Producción afectada
Alfalfa	38,9	83.631 kg
Alfalfa y festuca	9,45	24.648 kg
Gramíneas pratenses	25,32	34.010 kg
Cebada	8,3	16.738 kg
Quinua	18,75	4.265 kg
Papa	3,2	252 qq
Haba	15,6	31.051 kg
Hortalizas	0,1	

Fuente: Elaboración propia.

En Chuquilaca, los cultivos están ampliamente adaptados al clima del altiplano central; empero, aumentan el rendimiento cuando se adiciona riego suplementario. Del mismo modo, las praderas nativas responden positivamente a la aplicación del riego, llegando a incrementar el rendimiento en un rango del 70 al 99% (Ayala, 1999). Hay mayor predominancia de cultivos forrajeros en la utilización de terrenos aptos para la agricultura, asimismo se observa que la siembra de alfalfa pura y en asociación con alkar tienen mayor preferencia; la mayor cantidad de forraje perdido corresponde a los cultivos de alfalfa pura y en asociación con alkar, debido a la supresión del riego suplementario que no ha permitido realizar tres cortes por año, como es costumbre en la zona (Cuadro 13).

Cuadro 13
Cultivos principales, superficie y producción afectada localidad de Chuquilaca

Cultivos	Superficie afectada (ha)	Producción afectada
Alfalfa	28	57,4 tn
Alfalfa y alkar	28,6	61,8 tn
Alfalfa y festuca	8,6	13,9 tn
Alfalfa y cebada	0,2	5,5 tn
Alkar	3,5	0,9 tn
Festuca	0,9	2,25 tn
Quinua	4,6	2,76 tn

6.3.1. Plagas y enfermedades

De manera general, las principales plagas y enfermedades de los cultivos son los siguientes:

- Plagas: de la papa: lakatus o gusano blanco (*bothynus sp*) y gorgojo de los Andes (permnotrypes latitorax); de la cebada: los pulgones (*myzuz persicae*); de la quinua: el pulgón (*myzuz persicae*), ticonas o ticuchis (*feltia experta*), mosca minadora (*liriomiza absoluta*)y polilla de la quinua (*pachyzancia bipunctalis*); del trigo, quiru quiru; de la alfalfa: los pulgones.
- Enfermedades: Roya de la papa (*puccinia pittieriana*) y sarna (*actinomyces o streptomices scabies*); de la cebada: el carbón.

Es muy importante hacer notar que las pérdidas en los cultivos también se presentan por causas abióticas, como la sequía, la helada y la granizada. Éstas pueden causar pérdidas en la producción que oscilan entre 30 y 100% por sequía, de 55 a 100% por helada y de 20 a 50% por granizada; este aspecto tiene una relación directa con la producción y por consiguiente con la rentabilidad de los cultivos (Autodiagnóstico comunal 1998. E.E: PDM-SAJAMA-PDCR).

Las causas frecuentes para la pérdida de cosecha son las siguientes: sequía 57,6%, heladas 22,7%, plaga 1,5%, lluvia 1,5%, plaga más helada 1,5%, otras causas de pérdida 1,5%. (PDM. El Choro. prov. Cercado, 1999).

6.3.2. Destino de la producción

La producción agrícola de la comunidad Huancaroma tiene cuatro destinos finales que son la venta, el consumo familiar, como semilla y para transformación. De la producción de papa se destina 39 qq para la venta, 7,30 qq para el autoconsumo familiar, 9,50 para la respectiva siembra y 8,20 qq para su transformación (chuño). De la quinua se destinan a la venta 9,10 qq, para el consumo 2,40 qq y para la semilla 0,50 qq. De la cebada forrajera son destinados a la venta 17,30 qq, para el consumo de la ganadería bovina en un 9,10 qq y para la semilla solamente 3,60 qq.

En la comunidad Chuquilaca hay bastante producción de forraje (alfalfa), que se destina como alimento para animales, sólo el 10% es para la venta. La producción de quinua, cebada y papa se destina al autoconsumo familiar, sólo un 5% de quinua y papa se destina a la venta.

La producción agrícola en la zona de Toma Toma en un 90% es para el autoconsumo, el 5% para la comercialización y el 5% para semilla.

6.4. Recursos hídricos

El agua es un elemento básico e indispensable para la vida de los elementos bióticos del medio ambiente; se obtiene de diferentes fuentes naturales y artificiales.

El recurso acuífero de la comunidad de Huancaroma para el consumo humano se obtiene de un tanque de abastecimiento y de pozos de las estancias alejadas al pueblo; para el riego de las parcelas y consumo animal el agua es captada del río Desaguadero por el canal principal de la comunidad. En Toma Toma el agua para el consumo de la población se obtiene de un tanque comunal, aunque es un poco salada. Para el pastoreo y consumo del ganado proviene de vigiñas y brazos pequeños del río Desaguadero, que sirve también para el consumo humano. En la comunidad de Chuquilaca el agua para consumo humano, ganadería y riego de sus parcelas proviene directamente de las vigiñas y de canales de riego captados del Desaguadero.

6.5. Praderas nativas y forraje

La producción animal en la zona andina boliviana se basa fundamentalmente en la producción de praderas nativas e introducidas. Se estima en 241.832 km^2 la superficie utilizada para pastoreo en esta zona, de los cuales el 83% corresponde a praderas nativas cuya vegetación se usa para pastoreo del ganado. Los campos naturales de pastoreo (canapas) producen cerca de 4 millones de toneladas de forraje anualmente. La importancia de las praderas y de las tierras en descanso depende del sistema de producción adoptado y de las características climáticas, edáficas y fisiográficas. Así, en zonas altoandinas, subhúmedas y en áridas altiplánicas predominan los sistemas pastoriles donde los forrajes en su totalidad provienen de las praderas.

En la zona del altiplano central, donde ocurrió el derrame de petróleo, los sistemas de producción son complejos, generalmente agropastoriles, muy dependientes de las condiciones climáticas, edáficas, fisiográficas, del tamaño de la propiedad y las formas de acceso a los recursos.

La vegetación de los campos naturales de pastoreo muestran una buena adaptación a las condiciones de clima, suelos y a la dinámica del río Desaguadero en la región. Está constituida principalmente por especies xerófitas que toleran condiciones extremas de déficit de agua y halófitas tolerantes a sales en el suelo y agua.

La parte semiárida a lo largo de la cuenca del río Desaguadero y el Lago Poopó permite, aunque con muchas limitaciones, cultivos a secano y con riego que constituyen componentes de los sistemas de producción. El acceso al riego definitivamente favorece la actividad agrícola y la producción de forraje cultivado lo que a su vez favorece la cría de animales mejorados (bovinos y ovinos). Sin embargo, en las áreas con praderas naturales extensivas, en áreas con limitaciones de suelo (suelos salinos) y sobre terrazas de inundación, las unidades de producción que tienen son más pastoriles que agropastoriles.

En resumen, se trata de una región ecológicamente muy frágil a intervenciones antrópicas y fenómenos naturales.

6.5.1. Características de la flora afectada

Cola de ratón (*hordeum muticum*) pertenece a la familia de las gramíneas; su hábitat está en suelos húmedos, bordes de terreno de cultivo o en los caminos cercanos a las viviendas, es considerada maleza en cultivos. Es una planta de comportamiento anual perenne, alcanza una altura de 10 a 35 cm, su raíz es fasciculada superficial y ramificada. El tallo es semipostrado y erecto, el tamaño de las hojas es de 5 a 15 cm de largo, suaves y planas. Se propaga por semilla botánica. Rebrota temprano al inicio de la época de las lluvias, responde como forraje cultivado al manejo del riego, es resistente a las heladas. Su calidad forrajera es alta, al igual que su palatabilidad en estado de madurez avanzada; los animales la consumen cuando están tiernas. En época seca son importantes como reserva de forraje. Tiene aceptación general por los ganados, con riego se la puede disponer por el lapso de 10 a 12 meses. Tiene limitaciones de crecimiento en la época crítica del invierno (julio y agosto).

Chiji (*distichlis humilis*) pertenece a la familia de las gramíneas, frecuentemente prospera en los suelos arcillosos, algo salinos, al borde de los ríos y zonas inundables. La raíz tiene formas adventicias fuertes. Tallos herbáceos, rizomatozos, estoloníferos, vigorosos. Hojas plegadas o involutas, casi divergentes, cerca de un centímetro de largo, mayormente basales. Se propaga por semillas y rizomas. Es tolerante a suelos y aguas salinas, igual que a periodos cortos de inundación, al pastoreo y pisoteo de los animales.

El chiji es muy aceptado por el ganado en general, especialmente por el ovino; se consume mayormente en la época de lluvia. No obstante, en forma de heno se lo consume durante todo el año, puesto que tiene la virtud de conservar su calidad nutritiva hasta la época de invierno. Los productores ganaderos rotan los chijiales para permitir sólo el

consumo de rebrotes de un sector de la pradera, para evitar el sobrepastoreo que puede tener consecuencias negativas para el ganado. Con el derrame de petróleo se ha obligado al consumo generalizado de los rebrotes.

Totora (*schenoplectus californicus*) es una planta acuática, macróphyta. Son formaciones vegetales muy dinámicas dependiendo del hábitat apropiado para su establecimiento, crecimiento y multiplicación. La totora económicamente es importante porque aporta gran cantidad de forraje para la ganadería, la que se incrementó significativamente en las últimas décadas (Morón, 1997); provee abono orgánico para la agricultura, materiales para artesanía, etc. Además, es importante ecológicamente porque proporciona microclimas, protección y alimento para la abundante avifauna andina, retención de sedimentos, retención de humedad, purificación del agua, microhábitats para otras plantas y animales, etc.

Los efectos ecológicos negativos de la totora en la zona de estudio (Toma Toma) son la elevación del nivel del lago que amplía la superficie de inundación y exposición al sol y viento, pero también al ser aguas superficiales facilita la evaporación y la acumulación de sales; por otra parte, estos cambios del ambiente lacustre no favorecen a la fauna biótica.

Los ganaderos conocen de la importancia de mantener el alto valor nutritivo de la totora, por lo que desarrollan estrategias de pastoreo rotativo con ciertos niveles de intensidad, con el principio básico de mantener a la totora en crecimiento evitando la maduración de la planta. Si no se efectúa este manejo pierde rápidamente su valor nutritivo y palatabilidad, disminuyendo drásticamente su consumo. Lamentablemente, el consumo oportuno de esta planta fue totalmente distorsionado por el derrame de petróleo, lo que obligó a cambios de manejo en pastoreo de los animales y la búsqueda de fuentes alternativas de forraje.

Kempara (*baccharis juncea*) es una planta compuesta, perenne, de reproducción sexual y asexual, muy palatable para el ganado especialmente en estado fenológico de rebrote, tolerante al pastoreo. Prefiere suelos de textura franco arenosa, requiere humedad permanente para su desarrollo; por su capacidad de rebrote después del pastoreo y por su elevado valor nutritivo es un forraje comparable a la alfalfa. La condición ecológica de estas praderas es buena; sin embargo, es frecuente encontrar kemparales sobreutilizadas, se debe generalmente a la escasez de forraje al final de la época seca lo que ha sido magnificado por los problemas derivado de la contaminación de praderas con petróleo.

Por ubicarse en las playas y terrazas recientes a lo largo de los cursos de agua de la cuenca del río Desaguadero, fue la que en primera instancia se contaminó con petróleo. Por otra parte, su rol crítico para la alimentación animal, por el temprano rebrote debido precisamente a su ubicación fisiográfica, convierte su afectación en una gran pérdida para los ganaderos de la zona.

Esta planta se reproduce por semilla, lo que facilitará su propagación. Esta estrategia de reproducción le permitió su persistencia en la zona a pesar del sobreuso a la que es sometida.

Quemallo (*eleocharis albibracteata*) es una planta que pertenece a la familia de las Ciperáceas, se encuentra distribuidas predominantemente en zonas húmedas, en zonas inundables y en suelos franco arenosos a arcillosos. Se propaga por semillas, brinda escasa cantidad de forraje.

Kauchi (*suaeda foliosa*). Los kauchales son subarbustos halófitos de la familia de las chenopodiáceas, se distribuyen en terrazas aluviales y planicies lacustres que sufren inundaciones de corto periodo, debido a que su principal componente, el kauchi, no tolera periodos largos de inundación (Mckell, 1972). Es tolerante a sales en el suelo y el agua, en la capa superficial es tolerante a las heladas, y es un excelente forraje ampliamente utilizado en las comunidades de estudio; su consumo no presenta limitaciones cuando es alternado con gramíneas y abundante agua. Su disponibilidad debido al rebrote temprano durante la época crítica es de fundamental importancia para la alimentación del ganado, principalmente ovino.

Ecológicamente, el kauchi se clasifica como una especie decreciente, debido a que decrece con la defoliación. Finalmente su abundante capacidad de producción por semilla en conjunción con los otros factores mencionados sugieren claramente que estamos tratando con un follaje de alto potencial y de interés primario para la industria pecuaria de la zona y similares (Alzérreca, 1987). Tiene alta capacidad de retención de agua, con lo que el ganado asegura en parte su requerimiento de agua en áreas con poca disponibilidad de este elemento (Rocha, 1983 y Bustamante y Ruiz, 1988).

Es de hacer notar que en estas formaciones se detectó presencia de petróleo sobre el suelo aunque en un bajo porcentaje, lo que indica que la contaminación, si no llegó a la totalidad de los kauchales, por lo menos ocurrió en aquellas ubicadas en las zonas más bajas.

6.5.2. Las comunidades vegetales y su ecología

Las especies descritas en las comunidades en estudio presentan condiciones de sensibilidad, unas más que otras, a ciertos factores ambientales como la sequía, salinidad, sobrepastoreo, así como a épocas de inundación. Generalmente se presentan en asociaciones vegetativas que son comunes en las praderas nativas de las comunidades en estudio y el altiplano en general. A continuación se describe las diferentes comunidades vegetales y su distribución según el procesamiento y los relevamientos fitosociológicos.

Distichlis humilis, chiji y *hordeum vulgare*, cebadilla. Comunidad constituida por poáceas; llega a formar colonias puras, dependiendo de la zona donde se encuentra, siendo en algunos casos dispersas y en vías de degradación; las especies características son *disticchlis humilis* (chiji), *hordeum muticum* (cola de ratón), acompañados por *eleocharis albibracteata* (quemallo) que le dan el aspecto de comunidad vegetal. Éstas se encuentran en el área de estudio, pero existe en mayor proporción la primera, aunque su ciclo vegetativo se encuentra muy afectado por las condiciones medioambientales como inundaciones temporales, sequías, pastoreo, lo que causa estados de letargo y recuperación lenta.

Distichlis humilis, chiji y *munlembergia fastigiata*, chiji hembra. Esta comunidad se encuentra solamente en algunas áreas, fundamentalmente en las riberas del río y ocasionalmente en la parte alta del mismo, principalmente en zonas con mayor humedad. Está constituida por poáceas, en algunos casos formando haces, y también formando grupos, predominando la *distichlis humilis*, que evidencia en su ciclo vegetativo afectación por condiciones medioambientales como de manejo.

Comunidad *suaeda foliosa*, kauchi y *distichlis humilis*, chiji. Esta comunidad constituye un kauchial que se encuentra principalmente en la zona central del área de estudio, formando grupos, en algunos casos ya degradados o en vías de degradación por efectos medioambientales y por manejo y pastoreo. Las especies que caracterizan esta comunidad son *suaeda foliosa* y *distichlis humilis*. Estas especies se encuentran en áreas menos húmedas, alejadas de las riberas del río, dada la poca tolerancia a niveles altos, donde su estado tanto fenológico como de ciclo de vida se encuentran alterados por condiciones ambientales y manejo.

La comunidad *distichlis humilis,* chiji; *baccharis juncea*, kempara; *schenoplectus californicus*, totora. Esta comunidad se caracteriza principalmente por encontrarse en

las riberas del río, formando en algunos casos haces y en la mayoría en forma dispersa, con algún grado de degradación de la *schenoplectus californicus*. Su ciclo vegetativo se encuentra muy afectado por efectos medioambientales fundamentalmente como desbordes del río, causando una lenta recuperación de los mismos, encontrándose en su mayoría en posmaduración. Dentro de la misma comunidad hay especies aisladas como la *festuca dolichophylla* y la *eleocharis albibracteata*.

La comunidad *suaeda foliosa*, kauchi y *hordeum muticum*, cola de ratón. Está constituida principalmente por la *suaeda*, disperso y en algunos casos llegando a formar grupos, degradados en algunas zonas, y en otras en vías de degradación por efectos ambientales y bióticos, fundamentalmente por el rebalse del río y la poca tolerancia a niveles freáticos altos. Tiene existencia primordialmente en las zonas alejadas del río (zona central del área de estudio).

Comunidad *stipa ichu*, paja suave y *parastrephya lepidophylla*, thola. De todas las zonas de estudio es una de las comunidades donde se encuentra gran cantidad de especies, con gran importancia florística, constituyendo una comunidad pajonal asociada, distribuida principalmente en áreas más elevadas, arenosas, poco húmedas, las cuales se encuentran poco degradadas y en algunos casos en vías de degradación.

6.5.3. Los canapas y pasturas cultivadas en los sistemas de producción del área afectada por el derrame

Los campos naturales de pastoreo (canapas) en las comunidades de estudio se diferencian en función de las características climáticas, edáficas, ubicación geográfica y de la intensidad y persistencia de la influencia antrópica. Se clasifican en dos grandes grupos agroecológicos: aquellos ubicados en la planicie de inundación del río Desaguadero y aquellos fuera del área de inundación.

Los sistemas de producción local tienen praderas de ambos grupos agroecológicos, lo que responde a una estrategia para disponer de diversas fuentes de forraje y de áreas de cultivo espacial y temporalmente para todo el año ganadero.

El conocimiento de los pastos nativos como parte de la agricultura es de vital importancia, no sólo porque constituye la principal fuente de alimento del ganado, sino porque permite conservar el suelo y mantiene el balance de los componentes del ecosistema. No obstante, actualmente hay evidencias de la desaparición de especies forrajeras deseables, presumiblemente debido a factores climáticos adversos, prácticas

agrícolas inadecuadas, sobrepastoreo, etc. Se equilibra así el aporte suplementario de los forrajes introducidos.

Las praderas naturales del altiplano, por su naturaleza geográfica, ecológica y climatológica están conformadas por una diversidad de plantas perennes y temporales, dando lugar al establecimiento de las asociaciones vegetales típicas de los Andes. Estas vegetaciones constituyen la principal fuente forrajera para la alimentación, desarrollo y producción de la ganadería altoandina del país.

La crianza de ganado en el altiplano está compuesta principalmente por ovinos y camélidos, ocasionalmente bovinos y otras especies domésticas; las mismas que se sustentan y abastecen de alimentos permanentemente (los forrajes) de la pradera nativa. Actualmente, debido a un inadecuado manejo de las praderas nativas, se viene produciendo un sobrepastoreo y consecuentemente la desaparición de las especies forrajeras deseables, sumándose en el tiempo a la pradera natural degradada invadida por especies vegetales no deseables para el ganado.

Los canapas altoandinos aportan casi en la totalidad del forraje consumido por los animales. Una excesiva cantidad de animales sobre los pastizales origina que la cantidad de forraje disminuya, produciéndose un sobrepastoreo, que en primera instancia decrece el vigor de las plantas y hace que los pastos preferidos tiendan a declinar en importancia a medida que aumenta la presión de pastoreo.

Las praderas nativas en la localidad de Huancaroma están relacionadas con la presencia de totorales y asociaciones vegetales caracterizadas como praderas, las cuales han sido afectadas por el derrame de petróleo a través del principal canal de irrigación de la zona, habiendo influido en las formas de organización de pastoreo y principalmente en el uso de praderas. Este hecho ha ocasionado profunda preocupación entre los ganaderos debido al futuro incierto, a las posibles enfermedades y al aumento de la mortalidad, además de la escasez de pastos; también preocupa la explotación de alfalfa, que la comunidad aprovechó una sola vez, cuando normalmente alcanzaba a recoger hasta tres cortes por año.

En la localidad de Toma Toma, las praderas nativas constituyen el único soporte alimenticio del ganado durante el año y está compuesto en su mayor parte por totorales y chijiales, habiendo sido afectados por el derrame de petróleo de forma directa e indirecta.

Los efectos directos están relacionados con:

- Variaciones considerables en el calendario de pastoreo, debido a que el derrame aconteció en la época lluviosa (fines de enero), coincidiendo con el pastoreo normal en praderas de zonas altas a secano. Sin embargo, en marzo, debido a la contaminación y según recomendaciones del Instituto de Ecología, se evitó el ingreso al pastoreo en el área inundable para prevenir casos de intoxicación, por lo que el ganado fue evacuado a praderas altas. Según el plan de limpieza y contingencias de Transredes, las actividades de limpieza en las praderas finalizarían antes de que los animales vuelvan a pastar a los lugares inundables, pero hasta el mes de julio los trabajos de limpieza continuaban. Por falta de forraje en zonas altas, algunos ganaderos han tenido la necesidad de ingresar al pastoreo de la zona contaminada, corriendo el riesgo de sufrir intoxicaciones.
- La presencia de crudo en las praderas ha sido confirmada por el informe del equipo de agrónomos de Transredes y el Instituto de Ecología en forma de manchas dispersas en el suelo y en las plantas con concentraciones a nivel del cuello en forma de gotas gruesas adheridas a los tallos, especialmente en los totorales, por encontrarse sumergidas en el agua. En la evaluación de campo, se observó que el crudo permanecía en las partes aéreas de las especies forrajeras, especialmente en las de porte alto como la totora, cola de ratón, kempara y kauchi, las especies de porte bajo como los chijis, quemallo y otras presentan una menor permanencia de crudo en relación a las primeras, aunque según testimonios de los comunarios, éstas fueron limpiadas manualmente; también se ha observado que las praderas ubicadas en las riberas del río, en un ancho de 100 m aproximadamente, la permanencia de crudo es más significativa que en praderas más alejadas de las riberas; en praderas alejadas de los lechos de ríos no se observa permanencia del crudo; sin embargo, testimonios de comunarios afectados indican que éstas también fueron contaminadas.
- El comportamiento de los pastizales ante la presencia del petróleo se manifestó negativamente en los procesos fisiológicos de la fotosíntesis, transpiración y otros, disminuyendo el normal desarrollo fenológico. Las partes aéreas de las plantas que fueron afectadas presentan necrosis en los tejidos, dando lugar a la marchitez prematura. Otro comportamiento negativo es la disminución de semilla viable en zonas gravemente afectadas.

- El subpastoreo de praderas en la zona afectada se ha extendido hasta julio, lo que ha retrasado el ingreso a los totorales, repercutiendo en un subpastoreo de forrajes de baja calidad.

Los efectos indirectos están relacionados con:

- Los rebrotes de los canapas inundados, puesto que en la mayoría de las praderas nativas el ganado hace uso de su dentición para la extracción del forraje. Por esta actitud, los pastizales son activados en sus sistemas de elongación o crecimiento en la parte de los tejidos meristemáticos de la planta, permitiendo una mayor proliferación en el número de macollos, lo que no sucede cuando el ganado no consume el pastizal, existiendo una enorme reducción en el efecto de rebrote de los forrajes perennes.
- Por el sobrepastoreo, las zonas altas a secano fueron sometidas a una presión alta de pastoreo a consecuencia del derrame, que en muchas familias se prolongó más allá de los meses de mayo y junio. Alzérreca (1991) menciona que el sobrepastoreo intenso de praderas nativas definitivamente da una degradación alta del pastizal, acabando con las especies más palatables y de mayor valor nutritivo.

En la zona de Chuquilaca las praderas nativas están conformadas por asociaciones vegetales donde la *distichlis humilis* ocupa la mayor parte de superficie de la zona estudiada. Se ha cuantificado en 1.193,6 ha de superficie afectada con rendimientos que oscilan entre 717 y 1.801 kg/ha. Las parcelas contaminadas con petróleo se han estimado en un 40% del total estudiado; y durante el trabajo de campo del presente estudio, se ha observado que el crudo aún permanecía en los canales y en algunas praderas. Una vez que la contaminación alcanzó a los terrenos de pastoreo, por recomendaciones de Transredes, se ha procedido a cortar el riego a partir del 6 de febrero hasta fines de junio, lo que significa una supresión de cinco meses aproximadamente. Este corte ha causado dos tipos de efectos tanto en cultivos como en las praderas nativas: estrés hídrico en el momento del corte y pérdida del rebrote para los meses posteriores.

6.6. Sistema pecuario

El departamento de Oruro se caracteriza por ser ganadero. En las provincias del occidente predomina la ganadería camélida; pero en el altiplano central del departamento, principalmente en las provincias Cercado y Saucarí, el cinturón ovinero sobrepasa las 50.000 cabezas. Las tres zonas de estudio son potencialmente ganaderas ya que las familias basan su sustento en la crianza de ovinos y bovinos, que son fuente de ingresos económicos y de consumo. El sistema de crianza actual de la ganadería ovina y bovina se encuentra bajo el sistema de crianza extensivo, donde los animales son pastoreados en praderas nativas de la zona, que son predios pertenecientes a las familias ganaderas del lugar. También se practica el pastoreo complementario pastando en pastos cultivados y algunos rastrojos, los que se encuentran delimitados con sus vecinos o entre estancias con mojones, zanjas y parcelas.

6.6.1. Población de ganado en las comunidades afectadas

La mayor cantidad de ovinos se encuentra en la comunidad de Toma Toma con un total de 19.440 cabezas; el porcentaje de machos es 25,4% del total de rebaño. Sin embargo, en Chuquilaca el porcentaje de machos es mucho menor, 4,8 %, en tanto que en Huancaroma la proporción de machos asciende a 39,6%. En lo que se refiere a los vacunos, Toma Toma tiene el mayor número de cabezas, un total de 480 unidades. No obstante, la relación de machos a hembras en Huancaroma es la mayor entre las tres comunidades en estudio, 42,4%. Con respecto a las llamas, el número de cabezas es inferior con relación a las dos otras especies (ovinos y vacunos).

6.6.2. Índices de producción del ganado

En los índices de producción del ganado, existen factores ambientales y climáticos que pueden alterar la producción y el manejo. La mortalidad de ovinos crías es alta en un 26%, de la misma manera en llamas crías en 23%. No obstante, el índice de fertilidad es relativamente alta en los vacunos, en 70%. Los índices productivos en la localidad de Huancaroma muestran una alta mortalidad en bovinos y una fertilidad muy baja (Cuadro 14).

Cuadro 14
Índices zootécnicos de ganadería en Huancaroma

Índices zootécnicos	Bovinos	Llamas	Ovinos
Mortalidad	7%	1,2%	6,0%
Fertilidad	36,40%	36,0%	51,40%
Selección de adultos machos para la venta	78,80%	1,70%	20,00%
Selección de hembras por edad avanzada	10,00%	1,0%	3,80%
Producción promedio	5 L/ día de leche		10 kg de carne /cabeza
Relación de sexo entre machos y hembras	1:1	1:1	1:1

Fuente: Elaboración propia.

Más adelante observamos los índices zootécnicos en la comunidad de Toma Toma, solamente para ovinos, donde existe una fertilidad muy alta, porque se tomaron en cuenta dos partos por año.

Cuadro 15
Índices zootécnicos de ganado ovino en Toma Toma

Índices zootécnicos	Ovinos
Mortalidad	4,80%
Fertilidad	80,0%
Selección de adultos machos para la venta	20,50%
Selección de hembras por edad avanzada	3,8%
Producción promedio	12 kg carne/cabeza

En la comunidad de Chuquilaca también se realizan dos partos por año, de ahí que su índice de fertilidad sea del 85%, la mortalidad general se considera elevada.

Cuadro 16
Índices zootécnicos comunidad Chuquilaca

Índices zootécnicos	Ovinos
Mortalidad	27%
Fertilidad	85%
Selección para la venta	23,68%
Producción promedio	5,81 kg carne/cabeza

6.6.3. Alimentación

La alimentación es la base fundamental de todo ser vivo para su normal desarrollo y existencia; cualquier alteración influiría negativamente en su rendimiento. Para tal efecto, el manejo de los campos nativos de pastoreo es vital para la ganadería, y se hace de la siguiente manera:

- En Huancaroma existen dos zonas de pastoreo. Una abarca las laderas o praderas a secano (pajonales, tholares, chilliguares, etc.) donde los ganados pastan en épocas de precipitación intensa (diciembre, enero, febrero, y parte de marzo), las que son suplementadas con forrajes introducidos. La otra zona comprende lugares bajos o praderas con riego donde se acude la mayor parte del año (abril a noviembre), con rotaciones permanentes y de la misma manera suplementadas con forrajes introducidos.
- En Toma Toma poseen extensas zonas inundadizas, donde se desarrollan inmensas hectáreas de totorales, base fundamental de alimentación del ganado (ovinos, bovinos). Sin embargo, también tiene dos zonas de pastoreo: las praderas a secano o zonas elevadas o no inundadizas (pajonales, chilliguares, tholares, etc.) donde son pastoreados los animales en épocas de lluvia; la otra zona es la inundable, que aprovechan la mayor parte del año los ganados; los pobladores también manejan la rotación en el pastoreo y de la misma manera los rebrotes.
- Chuquilaca, al tener parceladas las tierras de los comunarios y poseer éstos terrenos en varios lugares (en dos o tres lugares), practica la rotación de pastoreo en el transcurso del año. No están definidas sus zonas de pastoreo en bajas o altas; por ello tienen que aprovechar las aguas del río Desaguadero para el riego de sus parcelas, generalmente pastos nativos (chijiales, cola ratonal y totorales). Esta comunidad depende básicamente de su sistema de riego.

Otro factor importante para el desarrollo de los ganados es el consumo de agua. La escasez se generó como consecuencia del cierre de las compuertas de los canales de riego, limitando el consumo de agua y dismunuyendo, por tanto, los rendimientos de producción. Si se reduce el 50% del consumo de agua *at libitum*, el consumo del alimento se reduce en un 27%, en un 50% en la ganancia de peso vivo y 33% de eficiencia alimenticia, lo que influye sobre los procesos fisiológicos y patológicos. Los animales deben consumir agua limpia y pura sin contaminación (Verástegui, 1985).

La cantidad de agua para consumo diario varía según la especie, edad, peso corporal, clima (calor), producción, ración alimenticia, etc. Por ejemplo, un novillo que está con un tipo de ración de mantenimiento consume alrededor de 15 l/día, pero si está con ración de engorde, la cantidad se duplica. Una vaca que no está en periodo de lactancia consume alrededor de 40 l/día, pero si produce entre 9 y 22 kg de leche la cifra aumenta a 72 l de agua por día. Finalmente, hay que enunciar la importancia de la excreción o eliminación del agua a través de la orina, heces y transpiración insensible, pues constituyen funciones importantes que regulan el buen funcionamiento de los procesos vitales del organismo animal.

6.7. Producción ganadera

La producción ganadera tiene la influencia de factores tales como el manejo ganadero, la alimentación, la sanidad y el estrés.

El manejo ganadero está regulado por el calendario ganadero, que es elaborado de acuerdo a las características propias de cada zona de producción y al que los animales se habitúan y adecuan.

Los ganaderos de Toma Toma tienen dos sectores bien definidos: la parte baja y la parte alta, que permite realizar la rotación de pastoreo; en años normales practican la rotación de pastoreo entre la parte de secano y la parte húmeda de los totorales y kemparales (zona inundable), en los meses de enero a febrero que son de mayor precipitación fluvial, la mayoría de las familias acuden a la parte alta y luego, a partir de marzo en adelante, vuelven al totoral a medida que cesan las lluvias y baja el nivel de agua. En Chuquilaca, si bien existe un calendario ganadero para la zona, éste no se aplica en su totalidad; sin embargo, juega un papel importante dentro de la producción ganadera.

Despúes de que se generó la contaminación, el personal de Transredes instruyó la evacuación forzosa de los animales hacia las partes altas o lugares donde el petróleo no había llegado, y el cierre de compuertas de los canales de riego; con este imprevisto se alteró el calendario de manejo de ganado, interrumpiendo la rotación habitual y el pastoreo normal de los animales, lo que duró hasta junio, inclusive julio. Muchas familias no habían ingresado a los lugares de pastoreo por temor a que sus animales enfermen. Este desfase en el manejo provocó disminución en el rendimiento de producción del 25 al 30% (Simposio internacional de producción ovina, 1995).

La alimentación de los animales se basa en pasturas nativas, complementado con pastos cultivados y rastrojos, los mismos que son consumidos oportunamente en sus diferentes estadios; producida la contaminación, los animales no fueron pastoreados oportunamente y se ha constatado que las pasturas fueron consumidas en estado seco, con niveles bajos de proteínas, alterando el programa de pastoreo.

El sistema digestivo contiene una gran cantidad de flora bacteriana que cumple la función fisiológica de degradar el alimento consumido, digiriendo y asimilando en el proceso de metabolismo. La presencia de cuerpos extraños en los diferentes compartimientos del estómago producen la disminución y muerte de la flora bacteriana existente, provocando indigestión y ausencia de movimientos peristálticos, incidiendo en el rendimiento de la producción.

La sanidad animal está relacionada con el manejo y alimentación, que son factores que predisponen a los animales a padecer una serie de enfermedades y debilitamiento general y, como consecuencia directa, el incremento de mayor mortalidad y morbilidad.

El estrés en los animales, provocado por el cambio obligado de una zona de pastoreo con pasturas de regadío a otra zona alta con poca pastura, ha disminuido el consumo de alimento y de agua, provocando además, una sobrecarga animal por área de pastoreo, predisponiendo a la ganadería en general a mayor debilitamiento y ser susceptible a las enfermedades.

La ganadería de las zonas de estudio ha sido considerablemente afectada por el derrame de petróleo, por los factores que se han descrito. Normalmente los meses de junio y julio son considerados los óptimos para la saca, en vista de que los animales se encuentran aún en buenas condiciones cárnicas. En la investigación se ha podido constatar que los animales de la mayoría de los rebaños se encuentran en condiciones cárnicas muy bajas, animales debilitados y caquécticos, repercutiendo en niveles altos de morbilidad y mortalidad, y los rendimientos de producción de los principales productos ha disminuido considerablemente.

6.7.1. Productos y subproductos

Los principales productos y subproductos de las tres zonas de estudio son las carnes, lanas, huevos, leche y derivados. En forma general, se puede mencionar que de la fibra se obtienen hilos y tejidos para prendas de vestir y abrigo dentro de la familia. La piel se

utiliza para hacer cuerdas que son utilizadas en el trabajo de campo (amarre de la yunta y del arado); también se utilizan las cuerdas para armar los techos de las viviendas.

6.7.2. Destino de la producción

Del total de la producción pecuaria de la comunidad Huancaroma, el 18,72% (1.410 cabezas) está destinada a la venta. Mientras que para el consumo propio se destina el 3,68% (277 cabezas) de la producción anual. También se menciona el uso extendido del trueque (intercambio de productos por productos) en todas las comunidades. El destino de la producción pecuaria en la comunidad de Toma Toma es para la venta (70%) y para el autoconsumo (30%). Se puede concluir que 333 a 350 cabezas/año de ganado faeneado son comercializados en los mercados de La Paz, Oruro y ferias locales; el tipo de ganado que sale es el ovino, camélido (llama) y escasamente el bovino. Datos complementarios del Diagnóstico municipal consolidado de 1999 de Chuquilaca nos confirman el detalle del destino de cada uno de los productores: ovinos, 40% autoconsumo y 60% venta; bovinos, 10% autoconsumo y 90% venta; porcinos 25% autoconsumo y 75% venta.

6.7.3. Principales enfermedades en ganadería

Existen muchas enfermedades comunes en las tres zonas de estudio que se ubican a lo largo del río Desaguadero.

- Enfermedades propias del ganado ovino: el *muyu muyu*, no hay tratamiento para su cura, por lo que se recomienda el faeneo del animal; en cambio, para la diarrea en crías hay tratamiento con antibióticos; la neumonía tiene tratamiento con antibióticos; finalmente, el mal de vista tiene tratamiento oftalmológico.
- Enfermedades comunes al ganado ovino y bobino: el *ch'upu* (bocio) produce muerte instantánea; para la fiebre hay vacunas preventivas y antibióticos para el tratamiento; también pueden ser afectados por timpanismo, aunque no se considera una enfermedad. Se trata con productos veterinarios y tratamientos caseros.
- Enfermedades que atacan al ganado bovino: para prevenir la fiebre aftosa y realizar el control sanitario se proporcionan vacunas preventivas. Los índices de mortalidad pueden llegar hasta un 70% de los animales enfermos en casos de evolución maligna. Las vacunas también sirven para prevenir el carbunco (mancha negra) que afecta a este ganado.

Por otra parte, el ganado se puede ver afectado por diversos parásitos internos y externos. Algunas enfermedades son:

- La sarna, interna y externa, ataca al ganado ovino. El tratamiento y control se realiza con baños antiparasitarios y antibióticos. Es causada por los parásitos *sarcoptes scabiae* y psoroptes communis.
- El cholillo, externo, afecta a los ovinos y el tratamiento también es el baño antiparasitario.
- El piojo y la garrapata son externos y atacan al ganado ovino y al bovino. Se curan con baños antiparasitarios y para el piojo se aplica también tratamiento topical.
- Las lombrices intestinales son propias del ganado ovino, se dosifican medicamentos.

CAPÍTULO CUATRO

Impacto ambiental

1. Simulación del derrame de petróleo

Un seguimiento minucioso al plan de monitoreo ambiental desarrollado por Transredes podría establecer que en el muestreo en la primera fase —a partir del 10 de febrero de 2000— se tomaron pocas muestras tanto de aguas como de sedimentos. Entonces, si el derrame de petróleo se produjo el 30 de enero, ¿cuáles han sido los niveles de contaminación del aire, del agua y de los suelos durante la fase inicial del derrame hasta la fecha del muestreo?

Contestar esta pregunta permitiría evidenciar los efectos que desde el punto de vista toxicológico han afectado a los pobladores, lo que ha sido sustentado y descrito en declaraciones de los afectados a la prensa nacional y contrastado por los informes de impacto en la salud tanto de Transredes como de la Auditoría Ambiental.

Para satisfacer esa inquietud, el grupo de investigación se propuso realizar una simulación del derrame para hacer un seguimiento en el tiempo de los contaminantes en el agua, especialmente BTEX, naftaleno y TPH, utilizando el factor de escalamiento 4,611 m^3 (volumen de petróleo derramado)/ 90 m^3/s (caudal alto promedio del río) y como fuente de crudo reducido el proveniente de la refinería de Valle Hermoso (Cochabamba).

1.1. Descripción del experimento de simulación

El experimento se verificó desde el 30 de diciembre de 2000 al 4 de enero de 2001 en la terraza de uno de los laboratorios de la ciudad universitaria y fue expuesto a las características del clima de la temporada, similares a las que casi un año antes tenía el clima de la región.

Salvando las diferencias y limitaciones que implica el escalamiento del evento del derrame de petróleo, el equipo básico consistió en un recipiente en el que la entrada y salida del caudal de agua se mantuvieron constantes gracias a la acción de un dosificador de caudal proveniente de un tanque que era alimentado periódicamente con agua de río, trasladada en turriles desde la región del puente de La Joya. El petróleo reconstituido fue introducido en el recipiente por el que circulaba el agua, con características de mezcla completa (turbulento) producida por un agitador magnético. Se tomaron muestras al cabo del primer, segundo, tercer, cuarto y quinto día. Se encargó su análisis al laboratorio SPECTROLAB de la ciudad de Oruro. Los resultados se exponen en el Cuadro 17.

1.2. Datos referenciales del experimento

Volumen de petróleo reconstituido = 71,7 cm^3 (crudo reducido = 40%, gasolina = 60%)
Espesor inicial de la capa de petróleo = 4 mm
Caudal de agua = 1,4 – 1,7 cm^3/s
Volumen de agua de río utilizado = 1.600 litros
Temperatura del agua = 10 – 13 °C
Temperatura ambiente = 10 – 12 °C durante el día, 5 – 8 °C por la noche
Clima: nublado a despejado con lluvia leve por las mañanas
Velocidad del viento promedio = 1,5 – 2,6 m/s de noreste a sudoeste, frecuentemente.

Cuadro 17
Resultados de la simulación

Componente	Unidad	Petróleo inicial	Días				
			1	2	3	4	5
Benceno	micro-g/L	2.800,0	1,9		1,7		<1,0
Tolueno	micro-g/L	410.000,0	270		35		11
Etilbenceno	micro-g/L	1.700,0	56		12		4,1
o-xileno	micro-g/L	5.300,0	190		41		11
M,p-xileno	micro-g/L	19.000,0	500		86		24
Etiltolueno	micro-g/L	7.300,0	180		50		32
Mesitileno	micro-g/L	2.500,0	18		5,7		4,0
Seudocumeno	micro-g/L	5.400,0	85,0		24,0		13,0
Naftaleno	micro-g/L	1,5	0,2		6,5		4,1
TPH	mg/L		0,36	0,64	0,62	0,42	0,44

Fuente: Elaboración propia, 2001.

1.3. Conclusiones del experimento de simulación

Si comparamos las composiciones del petróleo derramado y el utilizado en la simulación, se evidencia gran diferencia en la concentración de contaminantes de BTEX y PAHs del petróleo del derrame respecto del usado en la simulación. Esta situación orienta a establecer que la concentración de dichos contaminantes en el derrame ha superado fácilmente las concentraciones halladas para la simulación y está muy por encima de los estándares para agua potable.

- Pese a la relativa baja concentración de contaminantes en el petróleo utilizado en la simulación, se ha detectado en el agua de río niveles de benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos por encima de los niveles permisibles para agua potable.
- Con respecto a los valores de naftaleno, se observa un incremento inicial respecto del primer día, posiblemente a consecuencia de la degradación de otros constituyentes similares al naftaleno.
- Con respecto a los valores de concentración de TPH, de acuerdo con los valores obtenidos, se pueden asumir valores constantes de solubilización en el tiempo de experimentación que resultan siendo superiores al nivel permisible por la Comunidad Económica Europea (0,01 ppm).
- Por la extrapolación de los valores encontrados y por las conclusiones anteriores, muchos de los compuestos tóxicos considerados en el agua del río han permanecido hasta los 10 ó 15 primeros días del derrame en niveles por encima de los estándares para agua potable. Esto se demuestra especialmente en las concentraciones de TPH del muestreo realizado por la Prefectura del departamento de Oruro y Transredes para los meses de abril y mayo y que han sido descritas en el apartado de contaminación del agua.

1.4. Transporte y degradación del petróleo derramado

Factores importantes en el transporte y degradación del petróleo derramado son las características del río y las condiciones medioambientales en el momento del incidente del derrame y después. Los procesos que explican el transporte y degradación del petróleo derramado en el río Desaguadero, en correspondencia con la descripción de las características físico-químicas del petróleo y las condiciones del río, permiten destacar los siguientes efectos:

1.4.1. Esparcimiento o expansión

En la fase inicial del derrame, el esparcimiento es uno de los procesos más significativos, tomando en cuenta el volumen y la densidad del petróleo derramado, además de las condiciones hidrográficas del río. La extensión de la mancha del petróleo derramado se ha descrito así:

> El momento del derrame coincidió con condiciones de inundación, o sea, flujo de banco lleno, durante el periodo de los niveles de agua más altos correspondientes a la temporada de lluvias. El petróleo derramado fue depositado a lo largo de aproximadamente 400 km de riberas, lo cual incluye ambas riberas del río, ramificaciones del río, llanuras inundadas serpenteantes y canales de irrigación, así como varios de cientos de hectáreas de llanuras de inundación bajas o pampas.
> La mayor parte del petróleo superficial se depositó en manchas alineadas de generalmente 1 ó 2 m de ancho y de 2 a 3 cm de espesor, o en los bancos del río y canales de irrigación en forma de líneas horizontales o anillos de contaminación.
> El petróleo contenido en la superficie del agua habría sido llevado aguas abajo muy rápido y a las velocidades de corriente observadas (2,5 m/s), parte de este petróleo pudo haber sido fácilmente transportado a más de 100 km de distancia en un día. La zona con petróleo superficial más distante de la fuente estaba ubicada en la zona 7 (brazo occidental) y en la zona 5C (brazo oriental), aproximadamente a 235 km y 250 km aguas abajo respectivamente (POLARIS, 2000).

Lo anteriormente citado permite concluir:

- El volumen del petróleo derramado (29.000 barriles) ha cubierto grandes extensiones de riberas del río, planicies inundadizas y canales de irrigación.
- La distancia aproximada entre el punto del derrame y la desembocadura al lago Poopó es de 250 km; el petróleo superficial más distante fue detectado a 250 km aguas abajo de dicho punto, determinando la posibilidad de su ingreso a los lagos Poopó y Uru Uru.
- Debido a que el petróleo superficial pudo fácilmente ser transportado a 100 km en un día, las manchas de petróleo habrían demorado entre el segundo y tercer día en llegar a la desembocadura del lago Poopó.

1.4.2. Evaporación

Este proceso es considerado por Transredes como el factor más importante que influye en la degradación del petróleo. Experimentos abiertos a intemperie de simulación de la evaporación en suelos impregnados de petróleo fueron realizados en los primeros días de

enero de 2001 (los datos referenciales de la experimentación son los mismos que para la simulación antes descrita), obteniéndose los resultados que se muestran en el Cuadro 18.

Cuadro 18
Porcentajes de evaporación de petróleo

Muestra	Días									
	0	1	2	3	4	5	6	7	16	21
Tierra (Huancaroma)	0	16	26	35	40	45	50	53	54	54
Arena (La Joya)	0	54,4	55,5	59,4	60,3	60,3	61,2	62	62	65,2
Sólo petróleo	0	43,4	44,3	48	50	52	52	54	57	57

Fuente: Elaboración propia, 2001.

Los experimentos permiten concluir:

- Diferencias marcadas en porcentajes de evaporación, dependiendo de las características del tipo de suelo. Su valor se incrementa desde suelos de tipo arcilloso a suelos con mayor contenido de arena.
- Las riberas del río se caracterizan por ser suelos con mayor contenido de arena, en los cuales el proceso de evaporación ha sido más rápido, mientras que las zonas de inundación y canales son suelos franco-arcillosos, en los que la evaporación ha sido lenta. La evaporación de los componentes volátiles del petróleo usado para la experimentación demoró 6 días y más de 21 días, respectivamente.
- La evaporación en el tipo de suelo de Huancaroma es inferior a los porcentajes de evaporación de solamente petróleo y éste, a su vez, es inferior a los porcentajes de evaporación de arena impregnada. Se establece así que el tipo de suelo y sus características inherentes determinan el grado de evaporación bajo las mismas condiciones ambientales.

Se reitera que los experimentos de simulación han sido realizados como consecuencia de la ausencia de información técnica de lo que sucedió en los primeros días después del derrame, para poder establecer cualitativamente los efectos toxicológicos tanto en el hombre como en los animales del medio afectado. En estas circunstancias, los resultados hallados de porcentajes de evaporación de suelos impregnados con el

petróleo derramado determinan que hasta los primeros quince días después del derrame y antes de que se lleven adelante las operaciones de limpieza, el proceso de evaporación de los hidrocarburos más volátiles ha sido el más importante. Consecuentemente, se produjeron niveles de contaminación en el aire más que suficientes como para causar efectos en los animales y, principalmente, en los pobladores de las comunidades. Esta situación se corrobora por el estudio de impacto en la salud que realizó la Auditoría Ambiental y que concluyentemente dice:

> Los datos recogidos en los centros de salud del área, los registros de atención médica implementada por Transredes después del derrame, las referencias explicitadas en los talleres intercomunales, en los estudios de caso y en las declaraciones familiares, confirman contundentemente esta presencia de PATOLOGÍA REACCIONAL DIRECTA AL AIRE Y AGUA CONTAMINADOS POR HIDROCARBUROS (ENSR, 2001).

La inhalación y el contacto directo con el aire contaminado han causado efectos en la salud como conjuntivitis, cefaleas, dolores abdominales, lumbalgias y mialgias, síntomas que no figuran habitualmente entre las primeras diez causas de mortalidad en la región. Por otra parte, los testimonios de los pobladores describen el comportamiento de sus animales y de las aves acuáticas del lugar: "...caminaban como borrachos", "...las pariguanas cuando nos acercábamos ya no se espantaban ni volaban, solo corrían y parecían atontadas..."

1.4.3. Evaporación, dispersión y disolución

Los informes técnicos de Transredes sobre la degradación del petróleo le dan especial importancia al caudal y turbulencia del río, asociado al proceso de dispersión, como principal factor que contribuye a la evaporación de compuestos tóxicos volátiles del hidrocarburo derramado. La afirmación de que "las muestras de agua y sedimento recolectadas por Transredes en áreas del lago Uru Uru y lago Poopó no contenían hidrocarburos, indicando que el petróleo no dejó el sistema del Desaguadero" (recuérdese que los muestreos de aguas y sedimentos comenzaron 10 días después de ocurrido el derrame) ha motivado otra serie de experiencias de simulación para establecer el efecto de la dispersión en los procesos de evaporación y disolución en el agua de río.

Las pruebas han sido realizadas en el mismo periodo de tiempo y condiciones ambientales que para las otras experiencias descritas anteriormente. Básicamente

consistían en dos recipientes que contenían agua de río con la misma carga de petróleo experimental; sólo uno de ellos contaba con un dispositivo magnético para simular la turbulencia del río. Los resultados que se muestran en el Cuadro 19 están expresados en porcentaje de evaporación.

Cuadro 19
Porcentaje de evaporación del petróleo en agua de río

Muestra	Días									
	0	1	2	3	4	5	6	7	16	21
con agitación	0	17	20	22	23	23,8	25	25,2	33,7	33,7
sin agitación	0	49	55	55	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5	60,5

Fuente: Elaboración propia, 2001.

Los resultados permiten concluir:

- Aguas con petróleo superficial alcanzan, al cabo del cuarto día, la evaporación casi total de los componentes volátiles del petróleo.
- Aguas turbulentas con petróleo superficial disminuyen su contribución al proceso de evaporación de componentes volátiles.

Si bien tiene importancia relativa el proceso de dispersión (turbulencia) como contribución al proceso de evaporación, las pruebas realizadas establecen que el flujo turbulento contribuye de mejor forma al proceso de disolución de dichos compuestos en el agua del río. Por lo tanto, y en referencia a las conclusiones de que el esparcimiento de las manchas de petróleo haya llegado al tercer día del derrame a la desembocadura de los lagos Uru Uru y Poopó, y por las características de flujo del río Desaguadero, los contaminantes tóxicos volátiles ingresaron a los mencionados lagos y permanecieron aproximadamente por el lapso de más de 10 días, con niveles que estaban por encima de los límites permisibles, con la consiguiente afectación de aves y peces de los mencionados lagos.

1.4.4. Biodegradación

La biodegradación es el proceso a largo plazo de degradación del petróleo, principalmente en suelos ricos en arcilla. Un estudio realizado en la zona de La Joya (Ríos, 2001) ha

demostrado que en los mejores niveles de las variables que afectan este proceso, la biodegradación puede completarse en un periodo aproximado de entre 5 a 6 meses.

2. Impacto agronómico

El área de inundación del río Desaguadero incluye la extensa llanura formada por sedimentos pluviolacustres. La zona se encuentra sobre los 3.700 msnm, se inicia al sur de la confluencia del río Maurí con el Desaguadero, en la provincia Villarroel en el departamento de La Paz y se extiende hasta el lago Poopó en el departamento de Oruro.

La magnitud e intensidad de las inundaciones depende de la cantidad e intensidad de la precipitación pluvial anual y de la capacidad del vaso de inundación para acumular grandes volúmenes de agua, lo que a su vez depende de las diferencias de microrelieve de la zona y de los procesos de sedimentación. Dada la escasa diferencia del relieve, las inundaciones son extensas, con una duración muy variable según la profundidad del agua. Aguas superficiales se evaporan en un ambiente con alta insolación y fuertes vientos.

La agricultura en esta zona es de alto riesgo. Se utilizan las áreas cercanas a los límites de inundaciones históricas.

2.1. Contaminación en la actividad agrícola

El derrame de petróleo sobre el río Desaguadero ocurrió cuando las precipitaciones pluviales eran intensas. Por esas circunstancias, el caudal del río estuvo en su nivel máximo. De ese hecho se presume que el derrame se haya extendido rápidamente, llegando inclusive al lago Poopó. El relieve de la zona es plano con muy poca pendiente, por esa razón existen zonas que son muy susceptibles a inundaciones (Chuquiña, Toma-Toma, Burguillos, etc.). Sin embargo, este ecosistema permite el desarrollo de algunas plantas como los totorales, chijiales y kemparales.

Las comunidades que poseen sistemas de riego tuvieron que cerrar sus canales para evitar el paso del agua contaminada con petróleo. Por lo tanto, sus cultivos estuvieron restringidos al riego y sufrieron disminución de rendimientos en sus cultivos.

2.1.1. Contaminación presente o directa

El impacto del derrame de petróleo sobre el medio ambiente del altiplano central tuvo consecuencias directas sobre los recursos naturales aprovechados por los pobladores

de las riberas, en tanto que la población circundante a esas poblaciones que fue afectada indirectamente.

Los recursos naturales existentes en la zona fueron afectados directamente por el agua que sirve como fuente de consumo humano, animal y para riego de sus plantas. También los suelos sufrieron efectos como la compactación por el tránsito vehicular. La vegetación fue afectada por el derrame, principalmente las praderas nativas, que son el sustento fundamental de la ganadería. De la misma manera, la fauna silvestre y doméstica tuvo consecuencias negativas en su alimentación.

Los productos agrícolas alimenticios fueron inundados con aguas contaminadas; por lo tanto, estuvieron expuestos al derrame. La disminución en la producción pecuaria fue una de las consecuencias de la falta de pastos para la alimentación de los animales. Otro factor que influyó en esta disminución fue el no consumo de agua.

La disminución de ingresos en los subproductos agropecuarios (carne, leche, queso, etc.) de los comunarios, que tienen como fuente de sustento económico la explotación de la ganadería, fue evidente en la disminución de los precios, como lo afirman los propios informes de Transredes (Polaris).

El impacto de la contaminación del derrame de petróleo en las praderas nativas, introducidas y cultivos agrícolas ha sido clasificado en directo e indirecto. Directo, cuando las praderas o parte de ellas fueron alcanzadas por la mezcla petróleo-agua. Esto ocurrió en praderas de inundación de totorales, kemparales, chijiales, cola de ratón y, en algunos casos, en cultivos forrajeros como alfalfa, festuca y cebada y en superficies bajas o de inundación temporal o que recibieron riego con agua contaminada; el impacto indirecto se dio en praderas de serranía que no fueron alcanzadas por el derrame de petróleo, pero que, al suspender el pastoreo en áreas inundables, se sobrecargaron. El impacto indirecto se debió a:

- Escasez de forraje en el área no inundable y la pérdida del valor nutritivo del forraje del área inundable; se sobreutilizó el rebrote de las praderas del área inundable de pradera y pasturas con riego.
- El corte de riego afectó la producción de praderas y pasturas con riego y el establecimiento de nuevas pasturas como alfalfares, alkar o festuca y pasturas de alfalfa con gramíneas (alkar y/o festuca).
- Hubo consumo forzado de forraje contaminado en praderas naturales y cultivos forrajeros.

Las praderas naturales y cultivadas en cada propiedad ganadera tienen una programación de uso en todo el periodo de producción estacional, complementada con la producción de forrajes con riego para el consumo por pastoreo o en forma de heno.

Con la presencia del derrame de petróleo, la programación de consumo de las praderas sufrió desfases como el consumo a destiempo de forrajes.

Praderas nativas (impacto en la vegetación)

Alrededor del río Desaguadero se desarrollan ecosistemas muy particulares, principalmente extensas planicies de praderas nativas que son fuente principal de alimentación de los ganados que poseen las comunidades asentadas en las riberas del río. El impacto del derrame tuvo sus mayores efectos en estos pastos nativos.

La vegetación natural del área de inundación se contaminó por efecto de la exposición al agua con petróleo, que se expandió en las praderas en las diferentes riadas que se produjeron desde la fecha del derrame. El tiempo de exposición de las praderas de inundación al agua contaminada con petróleo está relacionado con el tipo de pradera, siendo aproximadamente de 30 a 90 días en la vegetación hidrófila de totorales y kemparales.

Una forma de contaminación de la vegetación se evidencia en la presencia de restos de petróleo impregnados en la estructura de la planta. La superficie total expuesta al derrame se observa en el Cuadro 20. Las praderas nativas son las más afectadas, con 12.207,13 ha, Toma Toma es la que tiene mayor área expuesta, con 8.864,47 ha en total.

Cuadro 20
Superficie total expuesta al derrame de petróleo por comunidad

Comunidad	Praderas nativas (ha)	Praderas introducidas (ha)	Cultivos agrícolas (ha)	Total comunidad (ha)
Huancaroma	123,70	87,00	40,35	251,05
Toma Toma	8.864,47	0,0	0,00	8.864,47
Chuquilaca	3.218,96	178,79	12,41	3.410,16
TOTAL	1.2207,13	265,9	52,76	12.525,68

Fuente: Elaboración propia, 2001.

Por el incidente del derrame de petróleo se produjeron cambios en el pastoreo de praderas con subutilización de forraje en las praderas inundables, pues en estas áreas

se detectaron olores y manchas de petróleo, y también se sobreutilizaron praderas de secano. Igualmente se sintió el déficit de forraje para el ganado, por lo que parte de los ganaderos optaron por arriesgar y forzar el pastoreo de animales en áreas bajas o de inundación, es decir, sobre totorales, kemparales, chijiales y cola de ratón contaminados.

Por limpieza o corte de vegetación

Las labores de limpieza, según recomendaciones del Instituto de Ecología (2000), han sido realizadas manualmente, sin embargo, se ha visto que no fueron efectivas. Los trabajadores manuales de la limpieza indicaron que se quedaba en el suelo entre un 10 a 15% de residuos de petróleo.

Las labores de limpieza de las praderas contaminadas se han extendido hasta fines del mes de julio, y en la comunidad de Chuquiña hasta el mes de diciembre, lo que retrasó el ingreso al pastoreo en estas praderas principalmente en totorales. Esto repercutirá en un subpastoreo de forrajes de baja calidad.

Sin embargo, las praderas que estaban completamente impregnadas de petróleo (totorales) tuvieron que ser cortadas y se consideró como pérdida total de la biomasa cortada. En el caso particular de Toma Toma, la superficie cortada de vegetación fue de 11,43 ha (Informe de limpieza Transredes). El rendimiento utilizado para calcular esta afectación fue de 4.939,2 kgMS/ha. La biomasa total perdida por las labores de limpieza y posterior corte de vegetación en totorales es de 56.455,10 kg.

En las restantes dos comunidades en estudio (Huancaroma y Chuquilaca), si bien se efectuaron labores de limpieza, no se llegó a cortar vegetación.

Estas labores de limpieza y posterior corte de vegetación trajeron consigo el tráfico vehicular y peatonal en las praderas nativas, lo que afectó el crecimiento de los pastos y el rechazo de los animales a consumir estas plantas pisoteadas. No se efectuaron cálculos por este daño al no tener establecidas exactamente las superficies perjudicadas.

Por inundación de agua contaminada con petróleo (consumo no oportuno de pastos)

La inundación de las praderas nativas con agua contaminada de petróleo afectó negativamente en los procesos fisiológicos de la fotosíntesis, transpiración y otros, y disminuyó el desarrollo normal fenológico de las praderas nativas.

Las partes aéreas de las plantas que fueron afectadas por el petróleo presentan necrosis en los tejidos y, por ende, están marchitando antes de tiempo. De las especies

forrajeras contaminadas se ha observado que la *Suaeda foliosa* fue la más susceptible a la marchitez prematura.

Otro comportamiento negativo es la disminución de semilla viable en zonas gravemente afectadas, ya que el petróleo ha alcanzado el botón floral y ha producido abortos de las mismas. Los totorales, seguidos de los chijiales y kemparales son los que sufrieron mayor daño en la comunidad de Toma Toma. En la comunidad de Huancaroma, los chijiales sobresalen como la especie más perjudicada de acuerdo a su superficie.

Para calcular las pérdidas de biomasa por consumo no oportuno en las diferentes especies de praderas nativas, se determinaron los meses afectados por especie y por comunidad. En el caso de la comunidad de Huancaroma, las praderas en general fueron afectadas en un mes y medio (mediados de febrero hasta finales de marzo). En la comunidad de Toma Toma el tiempo afectado es de tres meses en la totora y kempara (marzo-mayo) y un mes y medio en los chijis, kauchi, quemallo y cola de ratón (marzo a mediados de abril).

La biomasa esperada para una producción normal de pastos en la gestión 2000 fue significativamente alta con relación a la biomasa afectada por la exposición de las plantas al derrame. Los totorales tienen los valores más altos en ambas comunidades de estudio (Huancaroma y Toma Toma).

El volumen de biomasa afectada fue mayor en los totorales, que suman la mayor cantidad de forraje dañado. En total alcanza a 2.797.741,58 kg, en kemparales 140.894,33 kg, en chijiales 147.547,86 kg, en kauchis 33.505,29 kg, en quemallo 2.843,36 kg y en cola de ratón llega a 7.556,63 kg (comunidad de Toma Toma).

En Huancaroma la biomasa afectada alcanza pérdidas de menor magnitud que la anterior; los chijiales tienen mayor cantidad de biomasa afectada (13.558,30 kg), la totora llega a 4.723,80 kg, la kempara a 2.098,10 kg y la cola de ratón tiene 1.268,36 kg.

La pérdida de biomasa por consumo no oportuno se debe a la permanencia de petróleo sobre las plantas (totorales) o, en algunos casos, por el retraso en el inicio de limpieza de praderas nativas impregnadas con petróleo. Esta afectación ha reducido la calidad nutritiva de los pastos y retrasó el inicio de pastoreo.

Por falta de riego

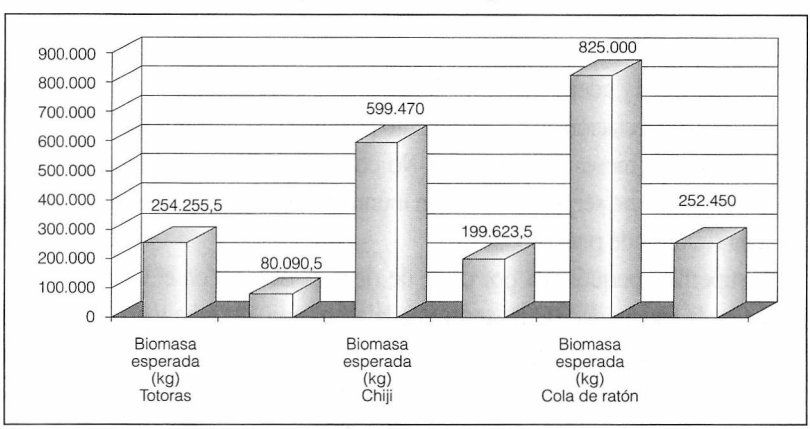
Uno de los efectos del derrame de petróleo en las praderas nativas fue el consumo no oportuno y el corte de riego, principalmente donde existen sistemas de riego, como en

la comunidad de Chuquilaca. Básicamente, el riego de estas praderas ocurre cuando hay excesos de aguas en las épocas de lluvias (manejo de aguas de lluvia) y en la época seca. Al ser suspendido el riego de las pasturas, las mismas fueron afectadas en sus rendimientos, lo que se traduce en pérdidas de forraje.

La superficie afectada por falta de riego en la comunidad de Chuquilaca se describe de la siguiente manera: cola de ratón en 440 ha, chijis, en 599,5 ha y totoras en 98,74 ha. El tiempo estimado como afectación por falta de riego en las praderas nativas de la comunidad de Chuquilaca es de tres meses en cada una de las especies nativas mencionadas (marzo a mayo).

La cantidad de biomasa esperada para la gestión 2000 y la biomasa obtenida después del derrame se ilustra en el Gráfico 1. Por ejemplo, la cola de ratón tiene el valor de biomasa más alto con 252.450 kg, seguido de los chijis con 199.623,5 kg y 80.090,5 kg de totora.

Gráfico 1
Cantidad de biomasa esperada y afectada por falta de riego



Fuente: Elaboración propia, 2001.

El corte de riego ha sido determinante para el desarrollo fenológico de los pastos, puesto que al producirse su corte se ha roto el equilibrio del sistema agropastoril, repercutiendo negativamente en la producción ganadera. Pero no sólo afectó el corte de riego.

También influyó el corte de agua que servía para el consumo del ganado, produciendo un déficit hídrico que influye directamente en el rendimiento ganadero.

Praderas introducidas. Falta de riego

La afectación de las praderas introducidas (alfalfa, festuca, alkar, cebada y asociaciones) por corte de riego se dio en las comunidades que poseen sistemas de riego como es el caso de la zona de El Choro, específicamente en las comunidades de Chuquilaca y Huancaroma. En total fueron tres cortes/año. La producción afectada por el corte de riego es el 50% del segundo corte y el 100% del tercer corte.

Por recomendaciones de Transredes, se ha procedido a cortar el riego y el consumo de agua entre el 8 de febrero y fines de mayo. En la época en que fue cortado el riego, los diferentes cultivos se encontraban en etapa fenológica de crecimiento. El efecto de este déficit hídrico fue la pérdida de la producción de forraje y alimentos para consumo humano.

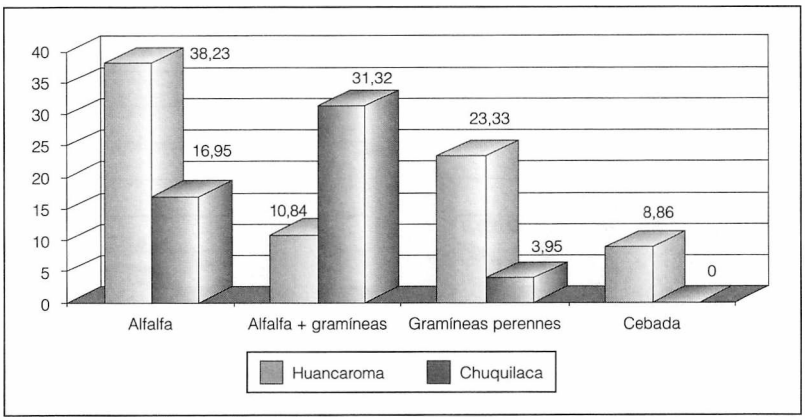
Forrajes antiguos. En la comunidad de Chuquilaca la alfalfa y otras gramíneas perennes (festuca y alkar) son las que aprovechan el riego. Éstas son utilizadas intensamente durante la primavera y el verano.

En los meses de enero, febrero y parte de marzo no se riegan excepto si hay sequía o déficit de humedad y, además, si existe disponibilidad de agua. Para el caso de Chuquilaca y Huancaroma, la afectación en el rendimiento por corte de riego a causa del derrame de petróleo fue en los meses mencionados. No obstante, se ha evidenciado que algunas parcelas, además de no ser regadas, fueron inundadas con aguas expuestas a la contaminación con residuos de petróleo.

La superficie perjudicada por corte de riego se observa en el Gráfico 2. De ella sobresale en la comunidad de Huancaroma la alfalfa con 38,23 ha y en Chuquilaca las asociaciones de gramíneas (alfalfa, alkar y festucas) que en total suman 31,32 hectáreas.

En el Cuadro 21 se puede ver claramente la cantidad de biomasa que se esperaba obtener y la que se obtuvo después del derrame en los cultivos de alfalfa, alfalfa más gramíneas y las gramíneas perennes de las comunidades de Huancaroma y Chuquilaca.

Gráfico 2
Superficie afectada por falta de riego
(en ha)



Fuente: Elaboración propia, 2001.

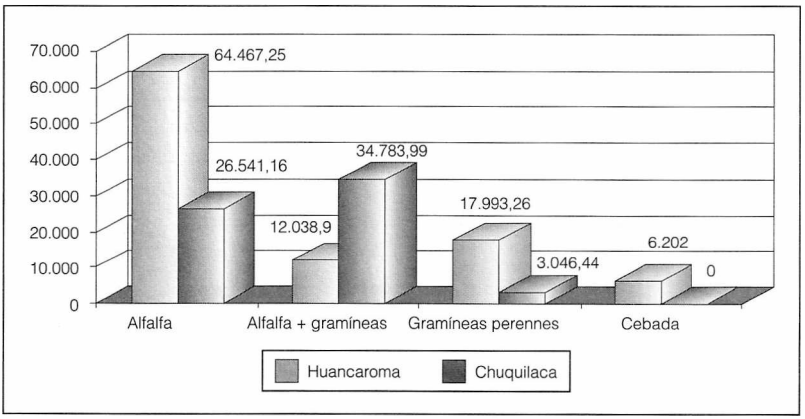
Cuadro 21
Cantidad de biomasa esperada y afectada por suspensión de riego en praderas introducidas

Comunidad	Alfalfa		Alfalfa+gramíneas		Gramíneas perennes		Cebada	
	Biomasa esperada (kg)	Biomasa afectada (kg)	Biomasa esperada (kg)	Biomasa afectada (kg)	Biomasa esperada (kg)	Biomasa afectada (kg)	Biomasa esperada (kg)	Biomasa afectada (kg)
Huancaroma	160.566,0	64.467,2	39.024,0	12.038,9	58.325,0	17.993,26	24.808,0	6.202,0
Chuquilaca	66.105,0	26.541,2	112.752,0	34.784,0	9.875,0	3.046,44	0,0	0,0
TOTAL	226.671,0	91.008,4	151.776,0	46.822,9	68.200,0	21.039,7	24.808,0	6.202,0

Fuente: Elaboración propia, 2001.

El volumen de forraje afectado por el corte de riego en las praderas introducidas es el siguiente: en la comunidad de Huancaroma: alfalfa 64.467,25 kg, alfalfa + gramíneas 12.038,90 kg, gramíneas perennes 17.993,26 kg y, finalmente, cebada 6.202,00 kg. Mientras tanto, en la comunidad de Chuquilaca los daños en los volúmenes se reflejan de la siguiente manera: alfalfa 26.541,2 kg, alfalfa + gramíneas 34.784,0 kg, y gramíneas perennes 3.046,44 kg.

Gráfico 3
Biomasa perdida en forrajes por falta de riego (en kg)



Fuente: Elaboración propia, 2001.

Los meses tomados en cuenta para el cálculo se encuentran entre febrero y mediados de mayo para las dos comunidades en estudio. El tiempo considerado como afectación por suspensión de riego para esas dos comunidades se debe a las razones descritas anteriormente, la recomendación de Transredes para cortar riego, y al temor de los comunarios de regar con agua expuesta a la contaminación. Los efectos se manifiestan en la disminución del rendimiento.

Forrajes nuevos. La alfalfa y las gramíneas perennes se implantaron en diciembre de 1999, pero por falta de riego oportuno y por las aguas contaminadas con petróleo no pudieron establecerse. En consecuencia, las pérdidas de implantación fueron totales; es decir, 100%.

En Huancaroma, las áreas afectadas fueron 4,42 ha de alfalfa y 0,5 ha de gramíneas perennes. De igual manera, en la comunidad de Chuquilaca la superficie implantada de alfalfa es de 11,5 ha y 9,33 ha de gramíneas perennes (festuca y alkar).

Cultivos agrícolas

El impacto por inundación de agua contaminada con petróleo ocurre como consecuencia de la inundación de cultivos alimenticios con agua expuesta a la contaminación. Si bien cuando ocurrió el derrame los cultivos ya estaban al final de la floración,

aproximadamente entre el 30 y 40% de la producción fue afectada por la exposición al agua contaminada por el derrame. La producción rescatable no fue consumida ni estaba en condiciones de serlo por lo que se considera como pérdida en un 100% la producción dentro de las superficies directamente afectadas.

Los cultivos agrícolas afectados son la papa y la quinua. La superficie de los cultivos agrícolas en la comunidad de Huancaroma es la siguiente: 20 ha de quinua y 16 ha de haba. La comunidad Chuquilaca tiene 12,41 ha de quinua afectada.

Las pérdidas de volumen en los cultivos alimenticios se expresan en 11.080,00 kg en quinua y 28.640,00 kg de haba en la comunidad de Huancaroma. Sin embargo, en la comunidad de Chuquilaca solamente se tiene datos de la quinua, que es igual a 6.875,14 kg de producción perdida.

Los impactos en los cultivos agrícolas adquieren mayor importancia según la zona, el sistema socioambiental y los sistemas de producción predominantes. Para nuestro estudio consideramos solamente la quinua y el haba, por la disponibilidad de información. Así, se comprobó que en Huancaroma se afectaron 11.080 kg de quinua y 28.640,00 kg de haba, mientras que en Chuquilaca se afectaron 6.875,14 kg de quinua.

2.1.2. Contaminación oculta o invisible

Los impactos producidos en suelos expuestos a la contaminación son los siguientes: contaminación propiamente dicha, compactación y remoción y extracción.

La contaminación del suelo en las áreas expuestas al derrame de petróleo se presenta de dos maneras: contaminación superficial y contaminación subsuperficial.

La contaminación superficial es aquella que resulta de la cobertura de petróleo en la superficie del suelo. Es la que se presentó en las comunidades que fueron inundadas con residuos de petróleo y a lo largo del lecho del río Desaguadero. En el caso de las comunidades de estudio, los suelos fueron contaminados en las tres (Huancaroma, Toma Toma y Chuquilaca).

La contaminación subsuperficial se da al cubrirse el petróleo superficial con una capa de sedimento resultante de las riadas posteriores al derrame. Este tipo de contaminación de suelo se ha identificado en el intermedio de películas de suelo, a manera de sándwich, en la localidad de Toma Toma, provincia Saucarí del departamento de Oruro. Se presenta como una capa de petróleo semienterrada a una profundidad de tres a cinco cm aproximadamente.

Se ha observado que la falta de planificación del uso de vías de acceso a las zonas o parcelas afectadas y el indiscriminado uso de movilidades (camionetas y mototracks) por parte de funcionarios de Transredes han permitido que se compacten los suelos, disminuyendo aún más el limitado porcentaje de espacios porosos del suelo.

En pastizales donde se han abierto sendas, las plantas que han sido pisadas no serán consumidas por los animales; además el rebrote de las mismas será disminuido por estar fuertemente dañado el meristemo apical y en su mayoría morirá por asfixia. Todo ello repercute en una pérdida de la cantidad de forraje.

Luego de la defoliación de las plantas por pastoreo existe una fase asociada de disminución de reservas de carbohidratos en las plantas. Esto tiene que ver con que una proporción importante de las reservas de la planta es incorporada en sus tejidos de rebrote. Consecuentemente, la concentración alta de carbohidratos de reserva sería un prerequisito para una alta tasa de rebrote de la planta pastoreada.

Las comunidades donde se pudo observar este tipo de impactos son: Huancaroma, Toma Toma y Chuquilaca, no obstante, fue muy difícil cuantificar la superficie dañada.

La remoción y extracción del suelo se produce a consecuencia de la limpieza de restos de petróleo superficial impregnados con suelo.

Dado que Transredes no ha cuantificado la superficie de áreas limpiadas, no se cuenta con información que permita precisar la superficie y áreas afectadas por este tipo de impacto. Sólo se cuenta con información proporcionada por las comunidades sobre la ubicación de estas áreas e información proveniente de Transredes sobre cantidad de bolsas retiradas y depositadas en la fosa de almacenamiento de Sica-Sica. Esta información no permite discriminar qué proporción del material se ha extraído del suelo y cuánto de esto es vegetación.

2.1.3. Contaminación potencial

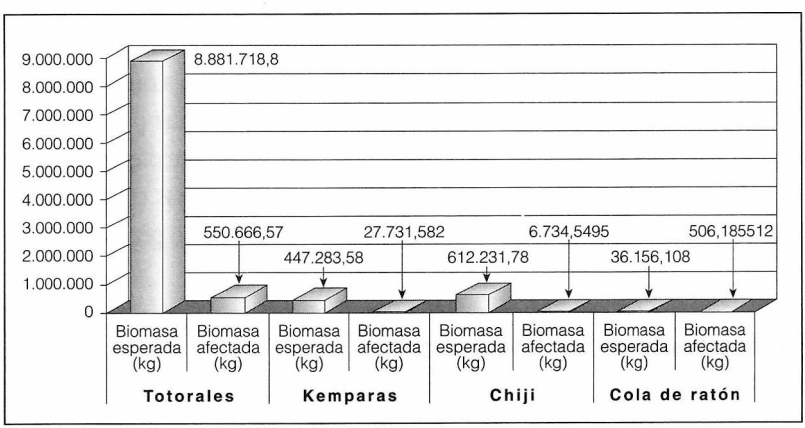
El calendario de pastoreo normal de los productores pecuarios, en las zonas inundadizas del río Desaguadero, cuenta en el transcurso del año con dos rebrotes, principalmente de la totora, para la alimentación de su ganado. Sin embargo, en la gestión 2000, por el derrame de petróleo, no pudieron hacer consumir estos forrajes en el tiempo oportuno y por el mismo hecho de que se estaba efectuando la limpieza de las especies nativas impregnadas con petróleo (Toma Toma) por parte de Transredes. La biomasa no consumida permaneció intacta hasta los meses de julio y agosto, no permitiendo el rebrote de

las nuevas plantas y perjudicando de esta manera el crecimiento de los rebrotes que generalmente están programados a partir del mes de junio.

La principal superficie afectada por pérdida de rebrotes fueron los totorales, que fue la misma de las pérdidas por consumo no oportuno. El volumen de biomasa afectada por este concepto se observa en el Gráfico 4. En total asciende a 550.666,57 kg de totorales, en kempara 27.731,582 kg, en chiji 6.734,54 kg y en cola de ratón 506,18 kg.

Los meses considerados de perjuicio por la pérdida de rebrotes en la comunidad de Toma Toma son de cuatro meses en totorales y kemparales (junio-septiembre), y en chijis y cola de ratón un mes y medio (junio a mediados de julio).

Gráfico 4
Cantidad de biomasa afectada en praderas nativas por pérdida de rebrotes



Fuente: Elaboración propia, 2001.

La afectación en los forrajes introducidos por sobreuso es más susceptible a cambios o alteraciones del ecosistema andino. Así, las pérdidas son consideradas al 100%, es decir, el rendimiento promedio total. La base para el cálculo del volumen de forraje perdido en cuanto a la superficie es la misma que se utilizó para los forrajes introducidos por corte de riego (cultivos antiguos).

En la comunidad de Huancaroma, la alfalfa tiene el mayor volumen de forraje en un total de 160.566 kg, en alfalfares + gramíneas 39.024 kg, en gramíneas perennes 58.325

kg. En Chuquilaca la alfalfa perdida llega a 66.105 kg, en alfalfares + gramíneas a 112.752 kg que es la pérdida más significativa en esa comunidad y en gramíneas perennes la producción afectada es de 9.875 kg.

La recuperación de las praderas introducidas sometidas a un sobreuso depende básicamente de la condición ecológica del forraje y del potencial de producción del sitio. No es lo mismo el sobreuso que el sobrepastoreo. Este último se entiende como un proceso acumulativo por un largo periodo de sobreuso con efectos negativos sobre el ecosistema de los forrajes introducidos, creando una tendencia negativa de retrogresión en la escala de sucesión secundaria. Por el contrario, el efecto de sobreuso en un periodo de crecimiento, como ocurrió con el derrame de petróleo, no necesariamente resulta en sobrepastoreo, pero dada la magnitud del sobreuso contribuye a magnificar la tendencia de retrogresión en la que están las praderas a secano.

El sobreuso en forrajes cultivados de condición ecológica pobre y muy pobre tendrá menos efecto que en los forrajes de regular a buena condición, es decir, es más fácil dañar con sobreuso praderas de buen valor forrajero debido a que serán las más atrayentes para el consumo de forrajes, no así las de pobre y muy pobre condición debido a que su valor forrajero es bajo y tiene muy poco forraje que ofertar. En las muy pobres, el principal componente forrajero son los anuales, plantas cuya producción responde más a la precipitación que al manejo, se considera como pérdida un año de vida útil.

2.2. Contaminación en la actividad pecuaria

La actividad ganadera en el altiplano presenta condiciones favorables para su crianza, fundamentalmente por la presencia de extensos campos nativos de pastoreo. Desarrolla de esta manera un sistema extensivo de pastoreo, principalmente en ovinos. La ganadería en las comunidades afectadas se caracteriza por ser de una crianza tradicional. Tiene como base para el manejo de los forrajes las aguas del río Desaguadero. Por ejemplo, Toma Toma se desarrolla en función a las zonas inundadizas (totorales), Huancaroma riega sus forrajes introducidos a través de los sistemas de riego que posee, Chuquilaca riega a pastos naturales principalmente.

En los últimos años se ha empezado el mejoramiento de los ganados, en los vacunos, por ejemplo, se ha introducido la raza Holstein y en los ovinos las razas Corriedale y Caras negras.

2.3. La contaminación ganadera por efecto del derrame de petróleo

La contaminación en la ganadería se ha producido de dos maneras: por el consumo de forraje contaminado y por el consumo de agua expuesta a la contaminación.

La alimentación de los animales en las comunidades de estudio se detalla de la siguiente manera: Huancaroma, sobre la base de pasturas nativas en un 70%, lo que es complementado en 30% con pastoreo complementario con forrajes introducidos y rastrojos; Toma Toma el 100% de pastos nativos; en Chuquilaca un 75% de praderas nativas y el 25% complementado con praderas introducidas. Éstos son consumidos oportunamente en sus diferentes estadios. En este caso no fueron pastoreados oportunamente, se ha constatado que las pasturas fueron consumidas en estado seco, con niveles bajos de proteína, alterando el programa de pastoreo.

El agua es uno de los nutritivos más vitales para las especies animales y uno de los constituyentes más importantes del cuerpo. Su cantidad varía en vacunos desde el 50% (novillos) y 70% en terneros recién nacidos, desde el 50% en corderos gordos, a 80% en recién nacidos. Al respecto, M. E. Ensminger y C. G. Olentine (1983) señalan: "los animales pueden estar más tiempo sin alimento que sin agua". Por fortuna, en la mayoría de las condiciones se les puede proveer este líquido elemento en abundancia y costos bajísimos.

De forma resumida damos a conocer algunas funciones importantes del agua en los animales. Según M. E. Ensminger y C. G. Olentine (*op.cit.*):

- Es necesaria para la vida, la formación de las células y existe en los líquidos del cuerpo.
- Sirve de portadora de diversas sustancias, transporta la nutrición a las células y también se eliminan los productos de desecho.
- Es necesaria en muchas reacciones químicas de los procesos digestivos y metabólicos.
- Contribuye al intercambio gaseoso de la respiración, manteniendo húmedos a los alvéolos de los pulmones.

2.3.1. Contaminación presente

La mortalidad de ganado ha sido uno de los efectos directos del derrame de petróleo. Ésta puede haber sido causada por el consumo de forraje impregnado con petróleo, consumo de agua contaminada o por falta de agua en el periodo crítico.

La mortalidad ocasionada por intoxicación directa en las tres comunidades de estudio es como se indica: en la comunidad de Huancaroma la mortalidad en bovinos es de dos cabezas, en Toma Toma de una cabeza al igual que en Chuquilaca, llegando a un total de cuatro cabezas muertas por intoxicación. En ovinos, en Huancaroma de 34 cabezas, en Toma Toma de 62 unidades y en Chuquilaca de 124 cabezas. Son 220 ovinos muertos en total.

Para la estimación de la mortalidad se ha recurrido al informe veterinario de Transredes, en el cual reportan, de 130 muestras enviadas a laboratorio, 29 casos atribuidos a intoxicación. Para el cálculo específico de las comunidades estudiadas, primeramente se han tomado en cuenta todas las muertes registradas en las comunidades, posteriormente se ha discriminado la mortalidad por otras causas y finalmente, se ha estimado estadísticamente la mortalidad por intoxicación en las comunidades por análisis comparativo con el reportado por Transredes.

Se han elaborado los índices de producción encontrados después del derrame de petróleo en las tres comunidades. Se observa que los índices son más bajos en mortalidad y más altos en fertilidad. De este modo, en Huancaroma el índice de mortalidad llega al 6%, la fertilidad es del 51,40%, la venta en machos es igual a 20%, y en hembras a 3,80%. La producción de carne es de 10 kilos como un promedio en carcasa. En Toma Toma se tiene una mortalidad del 2,40%, ocurrido en un periodo de 6 meses, lo que significa que se alcanzará a una mortalidad anual de 4,80%, mientras que el índice de fertilidad es de 80%. La selección de animales machos para la venta es de 20,50%, en hembras de 3,80% y la producción de carne es 12 kilos/cabeza. La comunidad de Chuquilaca muestra los siguientes índices de producción: la mortalidad en ovinos alcanza a 27%, y la fertilidad en un 85%, la saca es igual a 23,6% y el rendimiento de la carne en promedio es de 8,22 kg/cabeza.

Los parámetros encontrados anteriormente permiten estimar la afectación en la disminución de ingresos por concepto de venta de ganado en pie, que es precisamente por el descenso de los precios desde el mes de febrero hasta el mes de julio (ovino, vacuno).

Como consecuencia del derrame se incrementaron los volúmenes de venta en animales en pie. En ovinos, en las tres comunidades de estudio llega a un total de 3.081 cabezas. En Huancaroma se vendieron 361 cabezas equivalentes al 11,72% del total. Las cifras para Toma Toma por venta de ganado en pie son de 1.949 unidades de ovino,

que es el 63,26% del total. Finalmente, en la comunidad de Chuquilaca los afectados vendieron 771 cabezas, que es aproximadamente el 25,02%. La disminución de ingresos por venta de bovinos en pie es como sigue: 17 cabezas en Huancaroma, 48 cabezas en Toma Toma, 34 cabezas en Chuquilaca. En total se tiene 99 cabezas de las tres comunidades. La relación en porcentajes del total vendido es de la siguiente manera: Huancaroma el 17,17%, Toma Toma el 48,48% y Chuquilaca el 34,34% de venta. En conclusión, la venta de ovinos en la comunidad de Toma Toma es la más alta, con 1.949 cabezas y en bovinos la de Chuquilaca es la más significativa, con 771 unidades.

De igual forma, la disminución de precios se presentó en carne, cueros y el precio del queso, básicamente en los meses señalados anteriormente. Y dentro de la estructura de los canales de comercialización, la más relevante fue en los acopiadores y no tanto así en los mercados citadinos.

2.3.2. Contaminación oculta o invisible

La contaminación de los pastos, suelos y agua conlleva a una cadena de impactos en el subsistema ganadero. Esto se presenta esquemáticamente en el Cuadro 22. En el mismo listado se resumen los efectos del derrame del petróleo en las praderas y sus componentes, planta-suelo-agua, de donde se inicia una cadena de efectos de diferente intensidad y nivel. Algunos de estos efectos fueron evaluados, pero otros no fueron parte de este estudio, por lo que no fueron considerados. La caracterización de los impactos estudiados se la efectúa al analizar cada caso en particular.

La pradera a secano, por su ubicación en las zonas más altas con mayor pendiente del terreno con relación al río Desaguadero, es aquélla que no está expuesta directamente a la exposición de agua contaminada por el derrame. Sin embargo, la contaminación de las praderas inundables y la postergación de las fechas de pastoreo dentro del calendario tradicional, provoca una diferencia forzosa hacia las praderas a secano por un periodo de uno a tres meses (30 a 90 días), que representa una sobreexplotación de praderas que ya habían sido explotadas entre los meses de diciembre a marzo-abril.

Las praderas nativas a secano en zonas altas son pastoreadas normalmente entre enero y febrero, pero este año, por la contaminación de la zona inundable, éstas fueron sometidas a una alta presión de pastoreo que en muchas familias se prolongó más allá de los meses de mayo y junio.

Cuadro 22
Causa-efecto del derrame de petróleo sobre praderas y ganado

Causa	Efectos		
	Contaminación de praderas	**Suelos de praderas contaminadas**	**Agua para riego y consumo animal contaminado**
Derrame de petróleo	- Plantas forrajeras contaminadas no apropiadas para consumo de ganado. - Alteración de los procesos ecológicos en praderas. - Disturbio de los ecosistemas de praderas en acciones de limpieza. - Posible incorporación de componentes químicos y bioquímicos del petróleo en tejidos vegetales y posteriormente en el ganado (cadena alimenticia). - Pérdida del valor nutritivo de los forrajes por uso o no diferido. - Posibles efectos de elementos residuales de petróleo asimilados por las plantas en los procesos fisiológicos con efectos negativos en la reproducción y producción de forraje de las praderas. - Distorsión del manejo en pastoreo del ganado; consecuentemente alteración del sistema productivo. - La falta de forraje por la disminución de las fuentes principales forzó al consumo anticipado de los rebrotes, lo que provocó daños posteriores en el corto, mediano y largo plazo de los ecosistemas afectados. - Gastos no programados y pérdida de pastos para compensar la pérdida de forraje (alquiler, compra de forraje). - Pérdida por ajuste de la carga animal para compensar la falta de forraje a través de la venta de animales a precios bajos. - Desprestigio en el mercado de los animales de la zona del derrame, lo que implica precios bajos de venta. - Severo stress en el ganado por cambio de alimentación y de lugares tradicionales de pastoreo. - Severo sobreuso de fuentes de forrajes no afectados por el derrame dentro de las unidades de producción para compensar la falta de las praderas nativas.	- Mortandad de plantas por contacto físico de petróleo con raíces y rizomas de las plantas. - Presencia de componentes constituyentes del petróleo en la zona radicular de la planta. - Efectos negativos para la microflora y micro fauna del suelo, disminuyendo la actividad biológica a este nivel.	- Decremento y pérdida de producción forrajera de pasturas cultivadas por corte de riego. - Decremento y pérdida de producción de forraje de praderas con riego por corte de riego.

Fuente: Elaboración propia, 2001.

Alzérreca (1991) menciona que el sobrepastoreo intenso de las praderas nativas definitivamente da una degradación alta del pastizal, acabando con las especies más palatables y de mayor valor nutritivo.

Alzérreca y Prieto (1990) concluyen que el grado de recuperación es directamente dependiente de la cantidad anual de precipitación pluvial y de la severidad del deterioro de la pradera. Por tanto, recomiendan desarrollar métodos que optimicen el uso de agua de escurrimiento con especies nativas, apertura de zanjas de filtración, implementación de áreas de reserva de los pastizales y descanso de pastoreo.

Disminución de la capacidad de producción de semillas

Las unidades vegetales con visibles restos de petróleo, ya sea en la superficie de la planta o restos subsuperficiales en el suelo próximo a la vegetación, presentan algunos indicios de menor capacidad de producción de semillas. Este impacto potencial se produce en aquellas especies que fueron afectadas por el derrame en pleno estado de floración, lo que pudo determinar una maduración incompleta y menor viabilidad de las semillas. La consecuencia de este impacto será la potencial afectación de la capacidad natural de reproducción y propagación por vía sexual de las semillas afectadas. Indicios de este impacto se han detectado en los totorales de la comunidad de Toma Toma.

3. Impacto económico

La valoración económica de los bienes que fueron efectuados se la puede realizar de dos maneras: a través de la estimación de las funciones mercadeables y las funciones no mercadeables. Las mismas metodologías se emplearán en la estimación económica de los daños futuros o indirectos.

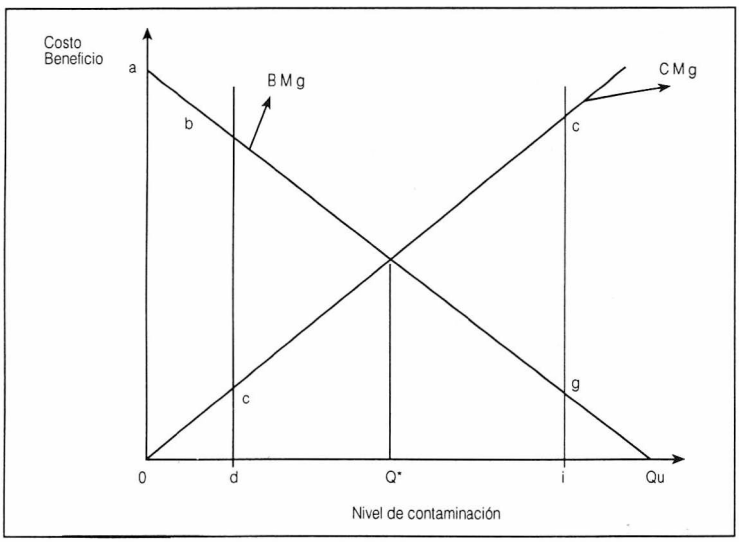
3.1. Derechos de propiedad

Antes de entrar directamente a la cuantificación económica, sería interesante tratar de establecer los derechos de propiedad para determinar un nivel óptimo de contaminación. Ronald Coase (1960) dijo que para solucionar el problema de las externalidades era necesario establecer un derecho de propiedad, ya sea al contaminador o al contaminado y a partir de ello negociar el nivel de contaminación.

En el caso de la contaminación por el derrame de petróleo en el Desaguadero, se observa en el Gráfico 5, cómo en ausencia de regulación, el contaminador (Transredes)

tratará de operar en el punto Qu, donde se maximizan sus beneficios, pero el óptimo social estaría en Q* .

Gráfico 5
Contaminación óptima a través de la negociación
(Derechos de propiedad)



Consideremos la situación en la que el afectado tiene los derechos de propiedad. Es decir, las poblaciones asentadas en las riberas del río Desaguadero tienen los "derechos de propiedad sobre sus cultivos, praderas nativas, ganados". Lo que esto quiere decir es que el perjudicado tiene derecho a no ser contaminado y el contaminador no tiene derecho a contaminar. En ese caso, el punto de partida seguramente será el origen del Gráfico 5. Los afectados preferirán que no se produzca ninguna contaminación en absoluto y al tener los derechos de propiedad, su postura será la que tenga mayor fuerza. Pero consideremos ahora lo que ocurriría si las dos partes —contaminador y contaminado— deciden "negociar" el nivel de externalidad (lo que se ha efectuado con el convenio marco firmado por Transredes y las comunidades). Supongamos que la cuestión reside en desplazarse hasta el punto "d" o no hacerlo. Si se desplazaran hasta "d", el contaminador ganaría Oabd en beneficio total, pero el contaminado perdería Ocd. Sin embargo,

Oabd es mayor que Ocd. Por lo tanto, hay potencial para negociar. Sencillamente, el contaminador ofrecería compensar al afectado en alguna cantidad mayor a Ocd, pero menor que Oabd y seguiría obteniendo un beneficio neto. Más aún, el contaminado también se vería en mejores condiciones: aunque perdiera Ocd, ganaría más que eso en la compensación. Si se pudiera llegar a tal acuerdo, el desplazamiento hasta "d" se vería como una mejora por ambas partes (tal desplazamiento se conoce como "mejora de Pareto", ya que al menos una parte está en mejores condiciones y ninguna de las dos ha empeorado). Ahora bien, si el paso de "O" a "d" es una mejora social, basta con repetir el argumento para ver que también lo sería el paso a "e". De hecho, también lo es un desplazamiento hasta "Q*", siendo imposible desplazarse a la derecha de "Q*" porque entonces los beneficios netos del contaminador pasan a ser menores que las pérdidas del contaminado, por lo que el contaminador no puede compensar al contaminado por moverse más allá de "Q*". Por tanto, si empezamos en "O" y los derechos de propiedad pertenecen al contaminando, existe una tendencia "natural" a moverse hasta "Q*", el óptimo social.

Pero hay que señalar que esta política de regulación ambiental, tiene sus dificultades en su aplicabilidad, puesto que es fundamental establecer el estado de competencia, el tiempo, los costos de transacción, también la consideración de los bienes de propiedad común.

Para efectuar un análisis por comunidad sería necesario estimar las curvas de beneficios marginales y los costos marginales. Por ello nos limitamos a hacer un análisis general.

3.2. Criterios de valoración económica

Los criterios utilizados son genéricos. Se han considerado solamente aquellos elementos susceptibles de una valoración directa. Por lo mismo, el esfuerzo mayor estuvo orientado a precisar los parámetros necesarios para la realización de los cálculos por comunidad.

En la definición de los criterios y elementos de valoración se han considerado dos tipos de impactos: los impactos de corto plazo y los impactos a largo plazo.

Para determinar los precios de los bienes no mercadeables, al no tener éstos un mercado explícito, no se puede considerar como bienes sustitutos perfectos como lo muestra la gráfica. Es decir, si un kilogramo de un bien mercadeable cuesta un peso, el no mercadeable no puede tener el mismo precio. El bien no mercadeable se podría considerar como bien sustituto no perfectos (Gráficos 6 y 7), por el mismo hecho de que difieren en palatabilidad, calidad, valor pastoril, etc. (en el caso de las praderas nativas).

Gráfico 6
Sustitutos perfectos

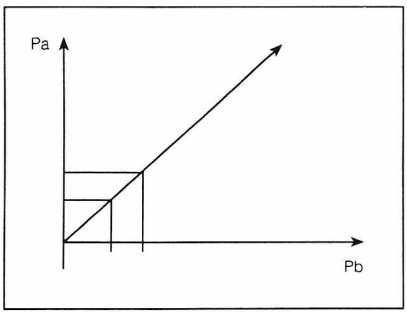
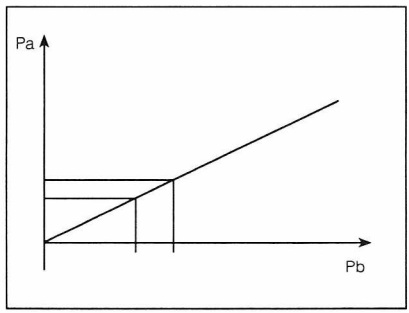


Gráfico 7
Sustitutos no perfectos



Para calcular los precios de las praderas nativas, se ha tomado en cuenta un factor común entre las especies (nativas e introducidas), que a la vez las hace diferentes en su calidad. Éste es el contenido del valor proteínico (Cuadro 23).

Cuadro 23
Contenido de proteína cruda (%) en praderas nativas y praderas introducidas

Especie	Proteína cruda %	Fuente
Totora *(Schenoplectus californicus)*	9,80	Alzérreca, H.
Kempara *(Baccharis juncea)*	15,80	Alzérreca, H.
Chiji *(Disticchlis humilis)*	10,40	Alzérreca, H.
Kauchi *(Suaeda foliosa)*	14,82	Evaluador independiente, Toma Toma
Cola de ratón *(Hordeum muticum)*	14,85	Evaluador independiente, Toma Toma
Quemallo *(Eleocharis albibracteata)*	7,24	Evaluador independiente, Toma Toma
Alfalfa *(Medicago sativa)*	21,3	
Cebada (*Hordeum vulgare*)	11,5	

Fuente: Elaboración propia 2001, con datos mencionados en la fuente.

Para realizar la valoración económica de praderas nativas de inundación por cantidad y calidad, con base en su contenido de proteína y precio de mercado de los bienes que tienen mercado (alfalfa y cebada), se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$Pi = PCi(\%)/PCj(\%) * Pj$$

Donde:

Pi : Precio de una especie nativa.

PCi : Contenido de proteína de la especie nativa.

PCj : Contenido de proteína de la especie introducida sustituta.

Pj : Precio de una especie introducida sustituta.

Con la fórmula establecida, se ha construido el siguiente cuadro, que considera las variables del contenido de proteína cruda, cuyos datos van a ser utilizados como los parámetros principales que se refieren a precios de las distintas especies o tipos de pradera.

Cuadro 24
Construcción de precios sustitutos de los CANAPAS

Tipo de CANAPA	Valor de la proteína cruda CANAPA (%)	Bs/kgMS forraje calidad+cantidad
Totoral	9,80	0,556
Kemparal	15,80	0,645
Chijial	10,40	0,590
Kauchial	14,82	0,605
Cola de ratón	14,85	0,607
Quemallo	7,24	0,410
Cebada	11,50	0,652
Alfalfa	21,3	0,870

Fuente: Elaboración propia, 2001.

3.3. Impacto económico a corto plazo

Para establecer el valor económico por pérdida de forraje en pradera nativa de inundación por corte durante las acciones de limpieza se utilizó la siguiente fórmula:

$$VECV = SAi*RAi*Pi$$

Donde:

VECV : Valor económico por corte de vegetación.

Sai : Superficie afectada por corte de vegetación por tipo de pradera.

Rai : Rendimiento afectado por corte de vegetación por tipo de pradera.

Pi : Precio por tipo de pradera.

El valor de la pérdida de pastos naturales por impregnación con petróleo y posterior corte durante las acciones de limpieza, estará dada por el producto de la biomasa afectada y el precio (Bs/ha) por comunidad y por tipo de pradera.

La cuantificación y valoración monetaria de la biomasa perdida por el corte de los totorales estima un valor de $us 4.978,95 (cuatro mil novecientos setenta y ocho 95/100 dólares americanos) en la comunidad de Toma Toma.

Se calcula la pérdida de forraje de pradera nativa de inundación por retraso en el inicio del periodo de pastoreo a partir del establecimiento de los meses de retraso en el inicio del periodo de pastoreo por zona y por tipo de pradera, determinando las pérdidas de materia seca en función de la tasa mensual de crecimiento de las especies afectadas por comunidad, totalizando las pérdidas por unidad de superficie (kgMS/ha) según los rendimientos por tipo de pradera. Para ilustrar de mejor manera se muestra la siguiente ecuación matemática para el cálculo económico:

$$VERIP = SAi*RAi*Pi$$
$$RAi = RPi*TCi$$

Donde:

VERIP : Valor económico por retraso en el inicio de pastoreo.

SAi : Superficie afectada por tipo de pradera.

RAi : Rendimiento afectado por retraso en el inicio de pastoreo por tipo de pradera.

Pi : Precio del forraje por tipo de pradera.

RPi : Rendimiento promedio por tipo de pradera.

TCi : Tasa de crecimiento afectado por consumo no oportuno por tipo de pradera.

Esta información fue complementada con la variación del calendario de cada comunidad después del derrame.

La valoración económica por el consumo no oportuno de pastos en la comunidad de Huancaroma se tiene un valor de $us 1.903,13 (un mil novecientos tres 13/100 dólares americanos) y en Toma Toma el valor monetario asciende a $us 279.116,15 (doscientos setenta y nueve mil ciento diez y seis 15/100 dólares americanos).

Se calcula la pérdida de forraje de pradera nativa de inundación por corte de riego en base a las tasas de crecimiento de las respectivas especies durante el tiempo o periodo de corte de riego. Para el cálculo del valor del forraje perdido por corte de riego se utilizan los siguientes modelos matemáticos:

$$VECRp = SAi*RAi*Pi$$
$$RAi = RPi*TCi$$

Donde:

VECRp : Valor económico por corte de riego.
SAi : Superficie de praderas nativas afectadas por suspensión de riego, por especie.
RPi : Rendimiento promedio por especie.
RAi : Rendimiento afectado por especie.
Pi : Precio de forraje por tipo de pradera.
TCi : Tasa de crecimiento afectado por suspensión de riego por especie.

El valor de forraje de la pradera nativa perdido por corte de riego es la multiplicación de la cantidad de biomasa afectada por el precio del forraje por tipo de pradera. En el caso de Chuquilaca fueron impactados por suspensión de riego, llegando a una cuantificación monetaria de $us. 50.052,06 (cincuenta mil cincuenta y dos 06/100 dólares americanos).

Para el cálculo de pérdida de cultivos forrajeros mayores a un año de implantación, en cultivos por corte de riego, se consideran las tasas de crecimiento de las respectivas especies, sobre 3 cortes/año en alfalfa y asociaciones con riego, con las siguientes ecuaciones matemáticas:

$$VECRf = SAi*RAi*Pi$$
$$RAi = RPi*TCi$$

Donde:

VECRf	: Valor económico por falta de riego en forrajes introducidos.
SAi	: Superficie afectada por tipo de cultivo.
RPi	: Rendimiento promedio por cultivo.
TCi	: Tasa de crecimiento afectado, de acuerdo al número de cortes.
RAi	: Rendimiento afectado por tipo de forraje.
Pi	: Precio de mercado por cultivo.

El valor de la pérdida de forraje de cultivos forrajeros mayores a un año por corte de riego resulta de multiplicar la cantidad de biomasa perdida por el precio de mercado del forraje. La afectación por este concepto es igual a $us 13.612,88 (trece mil seiscientos doce 88/100 dólares americanos) en la comunidad de Chuquilaca y en Huancaroma se tiene una cifra similar: $us 13.905,74 (trece mil novecientos cinco 74/100 dólares americanos).

El valor del forraje perdido en parcelas forrajeras de reciente implantación —alfalfas puras y gramíneas asociadas con ésta que se implantaron en diciembre de 1999 y que no pudieron desarrollarse por falta de riego— es igual a la suma del valor de la superficie afectada y el costo de implantación de la superficie afectada por tipo de cultivo.

$$VEPI = SAi*CIi$$

Donde:

VEPI	: Valor económico por pérdidas de implantación.
SAi	: Superficie afectada por tipo de cultivo.
CIi	: Costo de implantación por tipo de cultivo.

Los cultivos agrícolas que fueron expuestos a la contaminación se perdieron en su totalidad, es decir, al 100%. La fórmula matemática desarrollada para efectuar la valoración es la siguiente:

$$VEED = SAi*RPi*Pi$$

Donde:

VEED	: Valoración económica por exposición al derrame de cultivos agrícolas.
SAi	: Superficie afectada por exposición al derrame por tipo de cultivo.
RPi	: Rendimiento promedio por tipo de cultivo.
Pi	: Precio de mercado por tipo de cultivo

La valoración económica final de las pérdidas en cultivos agrícolas por exposición al derrame en Huancaroma es de $us 10.676,33 (diez mil seiscientos setenta y seis 33/100 dólares americanos) y en Chuquilaca $us 3.558,56 (tres mil quinientos cincuenta y ocho 56/100 dólares americanos).

Para determinar la mortalidad del ganado por consecuencia del derrame se estableció la tasa de mortalidad correspondiente a los meses de febrero, marzo, abril y mayo, utilizando datos de un informe del veterinario de Transredes y la siguiente fórmula matemática:

$$MG = M \wedge 2,27$$

Donde:

MG	: mortalidad de ganado
M	: meses del año considerados para la mortalidad.

Con esta fórmula se completó la mortalidad correspondiente a los meses de enero y septiembre. A partir de ello se obtuvo la tasa de mortalidad de febrero a mayo, que es igual 69,38% en ovinos y 61,45% en bovinos. Con este índice se discriminó la mortalidad que no era considerada por intoxicación. La mortalidad por intoxicación correspondería al 23% aproximadamente. Con estos datos se pudo hacer la valoración económica, utilizando la siguiente ecuación:

$$VEM = CGMi*P99i$$

Donde:

VEM : Valoración económica por mortalidad de ganado atribuible al derrame.

CGMi : Cantidad de ganado muerto por especie.

P99i : Precio del ganado antes del derrame.

El valor de la pérdida por la muerte de ganado resulta de la sumatoria del valor de los distintos tipos de ganado, multiplicando la cantidad por el precio referencial antes del derrame. Los resultados obtenidos después del cálculo son: $us 1.902 (un mil novecientos dos 00/100 dólares americanos) por mortalidad de bovinos y $us 1.894 (un mil ochocientos noventa y cuatro 00/100 dólares americanos) por ovinos en la comunidad de Huancaroma. En tanto, en la comunidad de Toma Toma la pérdida en bovinos fue de $us 1.170 (un mil ciento setenta 00/100 dólares americanos) y en ovinos $us 3.427 (tres mil cuatrocientos veinte y siete 00/100 dólares americanos). De la misma manera en Chuquilaca las pérdidas por mortalidad ascienden a $us 1.317 (un mil trescientos diez y siete 00/100 dólares americanos) en bovinos y $us 6.828 (seis mil ochocientos veinte y ocho 00/100 dólares americanos).

Se consideran los siguientes elementos para la valoración económica de la disminución de ingresos por venta de ganado en pie, debido a caída de precios:

$$VEDI = CGVi*(PADi - PDDi)$$

Donde:

VEDI : valor económico por disminución de ingresos

CGVi : cantidad de ganado vendido por especies en los 5 meses posteriores al derrame

PADi : precios del ganado por especie antes del derrame

PDDi : precios del ganado por especie después del derrame

La disminución de los ingresos de las familias afectadas por el derrame de petróleo ocurrió en los cinco meses posteriores al derrame —de febrero hasta junio—, cuando se produjo el descenso de los precios, principalmente entre los acopiadores o intermediarios.

El valor de la disminución del ingreso familiar resulta de la sumatoria del valor perdido en la venta de ganado en pie. En Toma Toma es donde se produjo el mayor impacto, fundamentalmente en los ovinos, cuya suma es de $us 4.640,14 (cuatro mil seiscientos cuarenta 14/100 dólares americanos); en cambio en la comunidad de Huancaroma se dio la menor cifra: $us 655,20 (seiscientos cincuenta y cinco 20/100 dólares americanos) en bovinos.

3.4. Impacto económico a mediano plazo

Para la valoración de la pérdida de rebrotes en pastos nativos se utilizan los siguientes parámetros:

$$VEPR = SAi*RAi*Pi$$
$$RAi = RPi*TCi$$

Donde:

VEPR	: Valor económico por pérdida de rebrotes en pastos nativos.
SAi	: Superficie afectada por pérdida de rebrotes por tipo de pradera.
RAi	: Rendimiento afectado por pérdida de rebrotes por tipo de pradera.
Pi	: Precio referencial del bien por tipo de pradera.
RPi	: Rendimiento promedio por tipo de pradera.
TCi	: Tasa de crecimiento afectado por pérdida de rebrotes.

El valor de la pérdida de rebrotes de forraje resulta de la multiplicación de la superficie afectada por el rendimiento afectado y por un precio referencial. Los resultados de la cuantificación económica en Toma Toma ascienden a $us 52.084,84 (cincuenta y dos mil ochenta y cuatro 84/100 dólares americanos). En las otras dos comunidades no fue posible cuantificar por falta de datos.

Cuadro 25
Cuantificación económica en praderas nativas por pérdida de rebrotes

Comunidad	Biomasa afectada (kg)						Valoración económica	
	Totorales	Kemparas	Chiji	Kauchi	Quemallo	Cola de ratón	Bs	$us
Toma Toma	550.666,57	27.731,58	6.734,55	0.00	0.00	506,19	328.134,51	52.084,84
Total	550.666,57	27.731,58	6.734,55	0.00	0.00	506,19	328.134,51	52,084,84

Fuente: Elaboración propia, 2001

Los parámetros utilizados para la valoración económica del sobreuso de praderas introducidas se resumen en la siguiente ecuación:

$$VESF = SAi*RPi*Pi$$

Donde:

VESF : Valoración económica por sobreuso de forrajes introducidos.
SAi : Superficie afectada por sobreuso de forrajes por tipo de cultivo.
RPi : Rendimiento promedio por tipo de cultivo.
Pi : Precio de mercado por tipo de cultivo

Cuadro 26
Cuantificación económica por sobreuso de forrajes introducidos

Comunidad	Biomasa (kg)			Valor económico	
	Alfalfa	Alfa+gramíneas	Gramíneas perennes	Bs	$us
Huancaroma	160.566	39.024	58.325	200.665,28	31.851,63
Chuquilaca	66.105	112.752	9.875	144.046,66	22.864,55
Total	226.671,00	151.776,00	68.200,00	344.711,94	54.716,18

Fuente: Elaboración propia, 2001.

4. Impacto en la calidad de vida

4.1. Daños a la salud humana

Si bien el riesgo para la salud humana es un hecho que se puede considerar a futuro, aquí se valoran los casos que fueron atendidos por los centros de salud y que están relacionados con el derrame de petróleo. Los parámetros utilizados son:

$$VESH = (CA00 - CA99)(CM + CT + JP)$$

Donde:

VESH	: Valoración económica de la salud humana
CA00	: Casos atendidos durante el año 2000, atribuibles al derrame.
CA99	: Casos atendidos en los centros de salud del área en 1999, atribuibles al derrame.
CM	: Costos de consulta médica por enfermedades atribuibles al derrame.
CT	: Costos de tratamiento por enfermedad (medicamentos y otros).
JP	: Jornadas laborales perdidas por acudir al centro de salud.

El valor del daño a la salud humana resulta de la suma de los costos del tratamiento por enfermedad más el valor de la jornada laboral perdida (Bs 25/día). Los datos obtenidos en los centros de salud del área de estudio permitieron establecer el incremento de las enfermedades atribuibles al derrame: conjuntivitis, cefalea, EDAs, dermatitis y dolores abdominales. Para la valoración de enfermedades crónicas que puedan afectar a la salud humana es necesario contar con una información más específica, puesto que es difícil la discriminación de las fuentes de contaminación.

La valoración económica de la morbilidad atribuible al derrame es de $us 1.303,73 (mil trescientos tres 73/100 dólares americanos) en el centro de salud de Eucaliptos; en el centro de salud de Chuquiña, $us 216,22 (doscientos diez y seis 22/100 dólares americanos); y en el centro de salud de El Choro $us 538,02 (quinientos treinta y ocho 02/100 dólares americanos).

Para valorar la atención de los médicos de Transredes a los pobladores afectados por las enfermedades atribuibles al derrame se han aplicado los costos por los jornales restringidos, En el Cuadro 27 se observa que la conjuntivitis fue la enfermedad que

requirió mayor atención, seguida de las EDAs y las cefaleas. La fórmula matemática usada para efectuar la valoración es la siguiente:

$$VESJR = CA00*JR$$

Donde:

VESJR : Valor económico de la salud por jornadas restringidas.

CA00 : Casos atendidos por médicos de Transredes el 2000, atribuibles al derrame.

JR : Jornadas restringidas por consulta médica.

En Chuquilaca el monto más elevado es $us 436,51 (cuatrocientos treinta y seis 51/100 dólares americanos), luego los valores estimados de la comunidad de Toma Toma con $us 406,75 (cuatrocientos seis 75/100 dólares americanos) y, finalmente, Huancaroma que alcanza a la suma de $us 337,30 (trescientos treinta y siete 30/100 dólares americanos) (Ver Cuadro 27).

4.2. Impacto en la calidad del agua

El agua para el cultivo de la zona de Huancaroma proviene del principal canal de irrigación para las áreas de pastoreo y cultivo de alfalfa. Una vez registrado el accidente del derrame ingresaron cantidades apreciables de crudo a las parcelas mediante el sistema de canalización, ya que la toma de agua del río Desaguadero estuvo abierta durante tres días consecutivos. En ese tiempo se inundó la mayoría de las parcelas cultivadas y praderas con petróleo. Los resultados emitidos por los laboratorios contratados por Transredes, demostraron la presencia de residuos del petróleo en diferentes grados de afectación de acuerdo a la característica topográfica de la zona.

En Toma Toma el manejo de aguas es practicada en la mayor parte de las parcelas mediante la excavación de zanjas y de "chacas" o composturas en melgas, en terrenos planos y con poca pendiente. Esta labor tiene por objeto retener la humedad proveniente de las precipitaciones y de los desbordes del río Desaguadero. Ocurrido el derrame de petróleo, las autoridades comunales solicitaron a la Fundación Inti Raymi realizar una evaluación, la que concluyó con que el 85% de las plantas del área inundadiza presentaban diferentes grados de contaminación y que, como consecuencia de las altas precipitaciones

Cuadro 27
Valoración económica de la salud por jornadas restringidas

Comunidad	Causas de morbilidad de consulta externa, atribuible al derrame atendidos por médicos de Transredes										Valor total económico	
	Conjuntivitis		Cefaleas		EDAs		Dermatitis		Dolor abdominal			
	Nº de casos atribuibles al derrame	Jornada perdida por consulta médica (Bs)	Nº de casos atribuibles al derrame	Jornada perdida por consulta médica (Bs)	Nº de casos atribuibles al derrame	Jornada perdida por consulta médica (Bs)	Nº de casos atribuibles al derrame	Jornada perdida por consulta médica (Bs)	Nº de casos atribuibles al derrame	Jornada perdida por consulta médica (Bs)	Bolivianos	Dólares americanos
Huancaroma	91	1.138	40	500	22	275	5	62,5	12	150	2.125	337,30
Toma Toma	68	850	47	587,5	60	750	21	262,5	9	112,5	2.562,50	406,75
Chuquilaca	57	712,5	51	637,5	60	750	10	125	42	525	2.750	436,51
TOTAL GENERAL	216	2.700	138	1.725	142	1.775	36	450	63	787,5	7.437,50	1.180,56

Fuente: Elaboración propia, 2001.

pluviales registradas en la primera semana de marzo, la riada cubrió las láminas de petróleo que se encontraban en los suelos con lama desde 5 a 15 cm de grosor, lo que impedía ver a simple vista la presencia de petróleo.

En la zona de Chuquilaca el agua se obtiene de diferentes fuentes naturales como pozos y canales (captadas del río Desaguadero, especialmente en épocas secas). Según los pobladores, la calidad del agua es regular y/o aceptable, porque hasta antes del derrame los comunarios no habían sufrido enfermedades por su consumo, pese a su composición salina. El agua destinada para riego es de régimen hidráulico variable con caudal promedio estimado de 52 m^3/s, con fluctuaciones según la época, seca o húmeda; el riego es practicado en todas las parcelas evaluadas mediante canales de riego, zanjas de infiltración y la excavación de "chacas" o composturas en melgas en terrenos planos y con poca pendiente, a fin de otorgar humedad a las plantas y consecuentemente aumentar la producción de la biomasa vegetal. De acuerdo a las versiones de los productores, entre el 4 y el 6 de febrero, el río contaminado con el petróleo llegó a la altura de la toma de Chuquilaca e ingresó a los terrenos ubicados en la parte norte; alarmados por el ingreso del agua contaminada los comunarios cerraron los canales familiares. El agua que se encontraba en el canal matriz y en los canales secundarios, por la falta de un desagüe por rebalse, inundó gran parte de las parcelas, estimadas en un 40% del total evaluado.

Para la valoración de la calidad de agua se ha adoptado la metodología de la valoración contingente (método directo de valoración), basada en preguntas tipo referéndum a 20 personas de la comunidad de Chuquilaca (estudio de caso). El modelo utilizado para encontrar la disposición a pagar es la siguiente:

$$DAP = C(1) + C(2)*ING + C(3)*RIEGO + C(4)*TT + C(5)*TG$$

Donde:

DAP	: Disposición a pagar por la mejora de la calidad de agua (agua no expuesta a la contaminación). Responden sí (=1) o no (=0).
C(1)...C(5)	: Parámetros estimados.
ING	: Ingreso promedio de los pobladores/año.
RIEGO	: Si tienen acceso a los canales de riego. Sí (=1), no (=0).
TT	: Superficie de terreno por comunario.
TG	: Tenencia de ganado por comunario.

A partir de esta ecuación encontramos que los comunarios estarían dispuestos a pagar por la mejora de la calidad del agua, la misma que tenían antes del derrame de petróleo. Encontrando el valor del excedente del consumidor, que es igual a Bs 1.056,639, equivalente a $us 167,72 (ciento sesenta y siete 72/100 dólares americanos), entre los 56 comunarios se haría un total de $us 9.392,35 (nueve mil trescientos noventa y dos 35/100 dólares americanos). De todas maneras, el modelo estimado tiene limitaciones, primero por que se estimó a través de los mínimos cuadrados ordinarios y el número de encuestados es limitado. Además, sería interesante incorporar otras variables independientes como el precio hipotético a pagar, el análisis del agua, etcétera.

CAPÍTULO CINCO

Conflicto ambiental

1. Identificación de actores

1.1. Empresa Transportadora de Hidrocarburos S.A.

Durante el gobierno de Gonzalo Sánchez de Lozada (1993-1997) se produjo la capitalización de diferentes empresas nacionales, entre ellas Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB). El objetivo fue convertir a Bolivia en un país competitivo en el área petrolera, a través de la apertura a capitales extranjeros y/o transnacionales. Uno de esos capitales está representado por Transredes S.A., que se adjudicó el oleoducto Carrasco-Valle Hermoso por un monto de 22 millones de dólares (Gruenberger, 1999: 73). Transredes es sociedad anónima mixta, pero además es boliviana y forma parte del consorcio de la Enron (EE.UU.) y Shelf (Holanda-Gran Bretaña). En el momento de la capitalización contaba con un capital de 527 millones de dólares, y en la transacción con $us 408.498.336 (Bolsa Boliviana de Valores, internet). Por la capitalización de YPFB, Transredes adquiere el 50% de las acciones; 34% corresponden a la administradora de fondos de pensiones (AFP) y el restante 16%, que correspondía a los trabajadores, fueron vendidos a dos compañías financieras internacionales (Ibid.). El área de influencia del oleoducto comprende la refinería de Cochabamba, pasando por Sica-Sica, hasta Arica. Los oleoductos que han pasado a manos de Transredes, "no estaban en funcionamiento (por el lapso de 10 años), o tenían un funcionamiento discontinuo" (Transredes).

1.2. Autoridades ejecutivas

Por las facultades que les otorga su cargo, el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, la Superintendencia de Hidrocarburos y el Viceministerio de Medio Ambiente están encargados de mediar en el conflicto en sus diferentes etapas y definir soluciones. Se trata de autoridades de gobierno llamadas por ley a preservar los recursos naturales y el medio ambiente. A nivel regional es la Prefectura de Oruro, con su Oficina de Medio Ambiente.

1.3. Comunarios y población en general

Parte importante en el conflicto son los afectados, en este caso las comunidades y sus componentes, que tienen en el río Desaguadero la fuente de suministro de agua para su consumo y del ganado, para el riego de los cultivos agrícolas y para la producción y reproducción de forraje (nativo e introducido). Además porque forma parte del sistema de la Cuenca Endorreica, que representa el hábitat estacionario y suministro alimentario de especies animales, que engloba todo un ciclo de reproducción vegetativa y animal de las zonas aledañas a ésta.

Los comunarios se vieron afectados por el derrame de petróleo en sus terrenos porque algunos colindan con las riberas del río, y otros porque se conectan a través de canales de riego o por efecto del rebalse del río.

Las comunidades afectadas que se encuentran en las riberas del río Desaguadero y de los lagos Uru Uru y Poopó comprenden ocho provincias, tres del departamento de La Paz y cinco del departamento de Oruro, haciendo un número de 127 comunidades afectadas.

La flora y la fauna silvestres fueron afectadas, por ejemplo los animales que habitan o migran temporalmente al lugar perecieron por efecto del consumo de petróleo y otras por la impregnación en sus cuerpos e impotencia de escapar, otras en cambio migraron a destiempo hacia otras zonas.

La estructura administrativa de las comunidades afectadas, y en particular las investigadas, se vio alterada a partir del derrame; las organizaciones asumieron una participación diferencial en cada comunidad, ya sea representando o apoyando, pero en algunos casos (Toma Toma) fueron relegadas ante la emergencia de una nueva organización.

Además de las comunidades afectadas de manera directa, la ciudad de Oruro también sufrió contaminación atmosférica por los componentes volátiles del petróleo, que por efectos naturales (vientos) no permanecieron en el lugar.

1.4. Otros actores

En el conflicto también participaron instituciones civiles motivadas por la defensa de la población y otras por la preservación del medio ambiente y los posibles efectos del derrame sobre los ecosistemas. Por ejemplo, el Foro Boliviano de Medio Ambiente y Desarrollo (Fobomade), el Comité Cívico Orureño, la Asamblea de Derechos Humanos (DD.HH.) y la prensa, que en determinado momento fue mediadora entre la empresa y los afectados.

1.4.1. Fobomade

El Fobomade comprende a cerca de 60 instituciones, aunque son cuatro las que liderizan el movimiento (Cisep, Cepa, Comité Cívico, DD.HH.). Se trata de una organización nacional que aglutina el movimiento socioambiental boliviano

> ...creando un espacio de reflexión, concertación y acción, está conformado por instituciones ambientalistas, organizaciones de base populares, redes y ciudadanos interesados en la temática ambiental. Busca consolidar el movimiento socioambiental, formar la opinión pública sobre temas y conflictos socioambientales y ser portavoz de la sociedad civil con posiciones alternativas, en busca de hacer una realidad el desarrollo sostenible, equitativo y con justicia social.

1.4.2. Comité Cívico

La función del Comité Cívico es defender los intereses regionales y de la población en general, en diferentes aspectos como la preservación del medio ambiente y los recursos regionales, entre ellos la producción agropecuaria, industrial, comercio, minería, y de otras áreas. En este conflicto ha participado con asistencia legal, técnica y representación a las comunidades.

1.4.3. Asamblea Permanente de Derechos Humanos (DD.HH.)

La institución se encarga de la representación ciudadana y apoyo en términos de defensa y resguardo de los derechos individuales, sociales y regionales, frente a la violación de los mismos. Ha participado en este conflicto desde su inicio de modo independiente y también a través de su afiliación con Fobomade, elaborando un informe jurídico y un diagnóstico técnico y socioambiental.

1.4.4. Cáritas

La institución Cáritas depende de la Iglesia católica a nivel nacional, y tiene representación departamental; en Oruro sus actividades son de cooperación, apoyo y orientación a

la sociedad orureña, pero también apoya con proyectos agrícolas en municipios como El Choro y Eucaliptus. Realizó un seguimiento del conflicto.

2. La fase de denuncias y acciones de contingencia (febrero - abril)

2.1. Primeras acciones en la región

Una vez que el investigador Wasson difundió lo ocurrido en Sica-Sica con los oleoductos transportadores de petróleo, intervinieron varias instituciones civiles. La primera acción emprendida por Fobomade, conjuntamente con el Comité Cívico, la Prefectura del departamento, la Universidad Técnica de Oruro (UTO), la brigada parlamentaria y la prensa, fue dirigirse al sector afectado de Oruro para una inspección. Los primeros informes fueron remitidos a la Prefectura, y desde ese momento surgieron los primeros argumentos contradictorios sobre el derrame.

El informe presentado por Fobomade resaltaba aspectos como la extensión aproximada comprometida, el ingreso de petróleo en los canales de riego en las zonas ganaderas, el desplazamiento del petróleo a través de los brazos del río Desaguadero y la ausencia de un plan de contingencia de Transredes (*Presencia*, 6/02/2000). Asimismo, la Prefectura extendió al Viceministerio de Desarrollo Sostenible un informe preliminar y evaluatorio sobre los daños en todo el recorrido del río, señalando la existencia de "manchas de petróleo en Chuquiña y Saucari, y pequeños depósitos de petróleo en los recodos del río" (*Presencia*, 3/02/2000). Autoridades de la brigada parlamentaria, por su parte, anunciaron que recurrirían a la organización ecológica mundial Green Peace, en busca de apoyo ante la negligencia de Transredes (*La Patria*, 17/02/2000). En tanto, la Superintendencia de Hidrocarburos, a solicitud de la Cámara de diputados, se pronunció con una investigación para determinar la causa de la ruptura del oleoducto, y una posible sanción para la empresa Transredes. La tubería (instalada en 1954) estaba en observación como resultado de una auditoría técnica realizada por la Superintendencia en octubre de 1999, y Transredes había sido notificada en diciembre del mismo año con el instructivo de hacer una revisión y el cambio necesario de ductos en puntos específicos; esto de acuerdo con las medidas de seguridad ambiental de la Ley de Medio Ambiente (art. 97).

Después, Cáritas junto a la Cruz Roja y Defensa Civil recorrió varias comunidades afectadas (aledañas al Desaguadero y Poopó), alertando e informando a los comunarios sobre lo ocurrido, y sobre las prevenciones que deberían tomar en el consumo de agua,

humano y animal (*La Patria*, 19/02/2000); además, Defensa Civil envió una comisión evaluadora al lugar de la ruptura del oleoducto, junto con camiones y embarcaciones de apoyo para el traslado del ganado y las maquinarias de Transredes para la limpieza (*Presencia*, 3/02/2000).

Las organizaciones civiles emprendieron seminarios, talleres, foros y evaluaciones preliminares con la finalidad de concientizar a la población sobre la magnitud del accidente, tratando aspectos como el tiempo transcurrido desde el derrame (fecha de inicio y duración), la cantidad y composición del petróleo derramado, la magnitud de los efectos sobre los recursos naturales y el medio ambiente, y las posibles sanciones a la empresa.

A las comunidades llegaron varias comisiones para evaluar el impacto del derrame, pero las afirmaciones de unas y otras mostraban serias contradicciones que provocaron en general, y fundamentalmente en las comunidades afectadas, desorientación sobre la realidad.

La Superintendencia de Hidrocarburos, dirigida por Carlos Miranda, planteó posibles sanciones que fluctuaban entre de 100.000 a 700.000 dólares, dependiendo de la situación (*La Prensa*, 2/02/2000). El Viceministerio de Energía instruyó a la empresa prever la dotación de agua a los pobladores de las zonas afectadas (*Presencia*, 8/02/2000).

Inicialmente, las autoridades locales (prefectura y secretaría de medio ambiente) estaban dispuestas a ejecutar las leyes medio ambientales, pero esta voluntad fue limitada y se restringieron sus facultades por la intervención del Viceministerio de Medio Ambiente que se hizo cargo del conflicto. El gobierno central, que en principio hablaba de sancionar drásticamente a la empresa contaminadora por la negligencia y falta de previsión de un plan de contingencia, luego no mostró voluntad para aplicar las acciones normadas en la Ley del Medio Ambiente, por temor de sentar un precedente "riguroso" a la empresa Transredes, causando una impresión negativa en empresas que estuvieran invirtiendo capital en el país.

En el caso de las comunidades estudiadas, Huancaroma inició acciones a través de sus autoridades originarias, el *jilakata* Mateo Veizan y el corregidor Armando Herrera, que procedieron a cerrar los canales matrices de riego después de cuatro días, cuando algunos terrenos ya estaban impregnados:

> ...para nosotros era una tinta, una tinta que estaba corriendo por el río Desaguadero. Huancaroma vive de la ganadería y tiene sus estías de agua, por poco nuestros canales habilitados estaban en

terribles condiciones, nosotros no éramos adivinos, ni tampoco lo conocíamos, pero nos ha sorprendido (Foro Huancaroma).

Cáritas hizo un diagnóstico y levantamiento de los efectos inmediatos que el petróleo había causado (animales muertos) en Huancaroma. En Toma Toma, las autoridades locales recurrieron a la Fundación Inti Raymi para solicitar una evaluación técnica. La contaminación de los terrenos se dio por el rebalse del río, que aumentó su cause y desplazó rápidamente el ente contaminante a 90 m^3/s (Polaris, 2000). En Chuquilaca los comunarios cerraron los canales de riego al ver que estaban impregnados y llenos de petróleo.

2.1.1. Contraste de información (percepción de la magnitud)

Desde un inicio, la información vertida por los actores ha tenido variaciones extremas, mostrando que unos sobreestimaban los efectos y otros los minimizaban. La polémica se dio en torno al tiempo y la fecha del derrame; algunos afirmaban que había comenzado el 30 de enero, y otros que fue mucho antes. Según aseveraciones de Transredes, ellos "habrían identificado el derrame el lunes 31 de enero de 2000, a horas 18:00, momento en el que suspendieron el bombeo de petróleo y pusieron en marcha un "plan de emergencia" (*La Prensa*, 2/02/2000). Sin embargo,

el domingo a las cuatro de la tarde se estaba derramando el petróleo en el río y Transredes insistió durante mucho tiempo que el derrame se había producido recién el lunes, con intención de ganar 24 horas de tiempo y opacar la información oficial (Entrevista a Möeller).

Luego, la discusión fue sobre la cantidad de petróleo derramado; las fuentes estimaron diferentes volúmenes de petróleo; según Transredes fueron 5.000 barriles de petróleo (*La Prensa*, 2/02/2000), mientras que para Fobomade fueron 18.000 barriles (entrevista a Möeller). La pugna fue intensa, hasta que la refinería de Arica declaró (29/marzo/2000) que esperaban una cantidad de petróleo específica, asegurando que se habían perdido 29.780 barriles de petróleo reconstituido. Las autoridades gubernamentales anticiparon la aplicación de sanciones máximas, de acuerdo a Ley, pero a los pocos días cambiaron de parecer. El viceministro de Energía, Carlos Contreras afirmó que: "la contaminación no es grave, no habrá mucho problema para limpiar" (*La Prensa*, 4/02/2000), y el entonces presidente de la República, Hugo Banzer Suárez, también

inspeccionó la zona afectada y minimizó el impacto ambiental, manifestando satisfacción por el trabajo de limpieza realizado por Transredes. (*La Razón*, 11/02/2000). Terminaron señalando que como la magnitud del derrame era mínima, se sancionaría con 200 mil dólares la negligencia de la empresa, y que se aplicarían sanciones por los daños medioambientales (*La Razón*, 8/02/2000).

La información generada e "intencionada" muestra, por una parte, que la empresa pretendió distorsionar la información ante la opinión publica, minimizando el hecho, y por otra, que las instituciones defensoras del medio ambiente de alguna manera sobreestimaron el mismo.

2.2. Las acciones de Transredes

2.2.1. Ausencia de plan de contingencia

Después de que Transredes sentó denuncia sobre el derrame de petróleo (31 de enero de 2000, 18:00 horas) ante el Viceministerio de Hidrocarburos, las autoridades competentes y otras instituciones solicitaron a la empresa el plan de contingencia que sería aplicado. Pero la empresa no contaba con un plan, y ese aspecto fue limitante en el desarrollo del conflicto. También se supo que la empresa en el ámbito nacional y regional no contaba con recursos suficientes para contener la situación. (Dr. González, Transredes). El gerente de la transportadora, Iván Rodríguez, sostuvo sobre el cumplimiento de normas de procedimientos que la empresa prevé para estas contingencias:

> En ningún momento hemos escondido o demorado la información negligentemente, en cuanto tuvimos la confirmación de los hechos generamos los reportes respectivos, siendo las acciones para verificar las fallas en el oleoducto, puesto que se iniciaron dos horas antes de identificar el punto de ruptura (*Presencia*, 3/02/2000).

La Ley de Medio Ambiente hace referencia a la implementación de un plan de contingencia para evitar derrames de hidrocarburos (art. 73). Éste debería ser presentado por la empresa a la autoridad medioambiental para su aprobación, y de ser rechazado, el monitoreo o las tareas de mitigación no tendrían que llevarse a cabo.

Frente a la falta de especificidad de la Ley de Medio Ambiente, y ante la falta de un plan de contingencia, Transredes recurrió a la normativa internacional para definir y asumir los criterios de limpieza y mitigación.

La primera acción por parte de la empresa fue la inspección de las áreas afectadas "metro a metro", para elaborar un plan de contingencia, que más tarde se denominó plan de acción. El trabajo se realizó por grupos, uno encargado de la remediación y mitigación del impacto ambiental; el segundo, de apoyo a las comunidades; el tercero para realizar la investigación de los sucesos y ocuparse de la comunicación con las comunidades y comunarios; un cuarto grupo se encargó de la reparación del ducto; y el quinto trabajaba en coordinación con entidades gubernamentales y no gubernamentales para delinear las medidas de remediación a mediano y a largo plazo (*Los Tiempos*, 4/02/2000).

A exigencia de la población e instituciones interesadas en conocer el plan de contingencia, Transredes presentó a través de los medios de comunicación su "plan de acción", que no fue más que la suma etápica de las "acciones" que hasta ese momento había realizado (*Presencia*, 9/02/2000). El presidente de Transredes, Stteve Hopper, informó que tenían destinados para su plan más de 20.000 dólares para cumplir las tareas de limpieza, reparación del oleoducto, mitigación, remediación a corto plazo, precisando que ya se habían utilizado aproximadamente 10.000 (*Presencia*, 10/02/2000). Simultáneamente a la ejecución de su plan de acción, Transredes emprendió una campaña de difusión en diferentes medios que mostraba el despliegue de equipo técnico y humano en la zona de desastre durante todo el proceso del conflicto, desde la limpieza hasta la compensación. Preocupados por dar una buena imagen, trataron de mostrar que brindaban apoyo desinteresado a las comunidades, ostentando acciones de bondad y de verdadera preocupación para resolver rápidamente el problema. Pero esta excesiva campaña publicitaria nada más provocó desinformación y confusión entre los comunarios y la población en general, haciendo pensar que el desastre no era significativo, y que estaba controlado. En realidad, las comunidades fueron manipuladas en su accionar, para que todo el proceso y acciones previstas se desarrollasen como había "pensado" Transredes.

2.2.2. Estructuración de redes

En un proceso de conflicto, los actores establecen redes entre ellos, buscando alianzas para fortalecer sus recursos y desarrollar estrategias para afrontar el mismo. Cada actor conforma vínculos relacionales de influencia y direccionales, estrechamente relacionados con el interés particular de solucionar el conflicto (beneficiando o perjudicando al otro).

El carácter internacional de Transredes le ha permitido contar con el apoyo y asesoramiento de instituciones como Polaris, Garner y otros, y también con profesionales expertos en contaminación por hidrocarburos. Además, contrató personal para diferentes áreas —social, técnica, económica, agronómica, médica—, relacionadas al proceso del conflicto.

La empresa no aceptó haber afectado a todas las comunidades que tienen acceso al río Desaguadero ni haber dañado al ecosistema del área. Como actor iniciador sabía que había cometido una infracción, pero velando por sus intereses, no acepta las condiciones que imponen las leyes medio ambientales ni el resarcimiento de daños y perjuicios a las comunidades que soportaron las consecuencias del crudo derramado en el río y vieron alterada la cotidianidad de sus actividades.

Transredes hizo primar su poder económico, de "monstruo que tiene un presupuesto 50,000% más grande que el presupuesto de Bolivia", lo que le propició una posición ventajosa. Así, vendió una imagen voluntariosa de colaboración e interés por lo sucedido hacia los afectados, afirmando que sus acciones eran transparentes y que su afán era resolver con rapidez el desastre ecológico. Que para la empresa el impacto provocado por el derrame de petróleo era mínimo y no implicaba riesgos extremos sobre el ecosistema local, la calidad de vida de las comunidades con respecto a la salud y la economía. Argumentaron también que el petróleo se constituía en un abono para la tierra, lo que beneficiaba a la actividad agrícola y también a la ganadería (Foro El Choro).

2.2.3. CLO's y la elaboración de diagnósticos comunales

Las comunidades que siguieron el proceso, no las comunidades conflictivas, se mostraron dispuestas a resolver el problema de forma inmediata. Para conducir el proceso de forma satisfactoria se adoptó como mecanismo el ingreso de CLO's a las comunidades, equipos sociales que cumplían funciones específicas con el propósito de analizar la organización sociopolítica de cada comunidad. En ese sentido, el equipo contaba con ingenieros, antropólogos, psicólogos, etc. (Foro El Choro).

El equipo de CLO's debía realizar un diagnóstico elemental de las poblaciones afectadas, además de ser un nexo de comunicación y mediación entre comunidad y la empresa, con el propósito de crear y conservar "buenas relaciones" con las comunidades. Asimismo, desempeñaban la función de "facilitadores para las comunidades en su interacción con diferentes sectores de la sociedad", con el objetivo de controlar acciones

de los comunarios en contra de la empresa. Finalmente, tenían la función de guiar y sistematizar las acciones de la empresa a partir de información de primera mano y de un análisis científico para el proceso de limpieza, firma de convenios, atención de reclamos y compensación en las 127 comunidades abarcadas. Con este mecanismo Transredes mostró su habilidad para concentrar información dentro de las comunidades:

> Transredes no ha cumplido su compromiso, solamente han venido a preguntar nombres, quienes están enfermos, quienes no están, en fin, pero no han cumplido compañeros, yo planteo esto, de igual manera han venido por nuestro ganado, han muerto varios y tampoco Transredes ha curado a todos, lo que es solamente a los enfermos solamente vienen a contar, cuántos tienen cada uno eso no se dice, pero ahorita, actual, ninguno forraje no tenemos, ni siquiera ninguno hemos recibido el agua (Foro-Cocapata).

Una vez terminada la etapa de los CLO's en las comunidades, los pobladores entendieron que había tenido un fin, que fue el de aplicar una estrategia de división entre las comunidades y los comunarios:

> ...la estrategia de Transredes se ha impuesto, lo que ha hecho ha sido dividir el problema. Primero ha dividido a las comunidades cuando ha introducido el tema de la limpieza, en la limpieza ha manipulado a las comunidades y ha causado malestar interno en todas las comunidades. Después ha venido el tema de la negociación, la estrategia de Transredes es básicamente una, someter el conflicto a la Ley de Arbitraje y conciliación y esa estrategia involucraba acuerdos de carácter particular con las comunidades, cuando se planeó esa estrategia al Foro de Medio Ambiente (Foro Coronado).

Ahora, los comunarios se sienten "traicionados" por aquellas personas en las que depositaron su confianza, con las que fueron tan accesibles; reconocen que sólo buscaban estudiar y conocer sus debilidades para dividirlos, causando conflictos internos; esta estrategia de división fue utilizada para mantenerlos confundidos y ocupados con problemas internos en la comunidad.

Las organizaciones campesinas, las organizaciones de canalización de riego y otras han quedado afectadas porque las representaciones políticas locales fueron relegadas por la conformación de una nueva organización en torno al derrame de petróleo:

> ...primero que nada nos han destruido nuestra organización, compañeros, que teníamos totalmente fortificado, segundo compañeros nos han destruido la sistema de riegos que teníamos (Foro Cholapata).

2.2.4. Organización de las comunidades

En principio, las comunidades tenían la intención de enfrentar el conflicto de manera conjunta. Los primeros intentos se vieron después de la conformación de representantes locales en las diferentes zonas. Pero por influencia de la empresa no fue posible la unidad, porque los motivaron a conformar representaciones locales para que el trato sea comunidad–empresa, sin mediadores. Fue también determinante la diversidad política partidaria de las autoridades, dirigentes o representantes (recién seleccionados), pero también los intereses personales y políticos de algunos dirigentes.

2.2.5. Llenado de fichas de reclamo

Entre febrero y junio se llenaron fichas de reclamo, trabajo realizado por el equipo de CLO's y los equipos de las áreas agronómica, pecuaria y social, con la finalidad de recabar datos generales sobre estos aspectos, siendo la unidad de referencia base la familia. Todos los afectados (familias) que llenaron las fichas de reclamo fueron tomados en cuenta en la etapa de las evaluaciones —aunque algunas familias llenaron las fichas durante la compensación—. Las fichas fueron utilizadas para contrastar con los datos recogidos por los evaluadores independientes y fue información fundamental para la etapa de la compensación, pues las familias que no habían llenado las fichas no fueron consideradas como afectadas por el derrame.

2.3. La reacción de los comunarios

Al ver el derrame de petróleo en sus terrenos y en el río, los comunarios se sorprendieron, pero no sabían a qué institución recurrir ni qué medidas tomar. Algunas comunidades se dirigieron a la ciudad de Oruro, recurrieron a la prefectura del Departamento y a otras instituciones (Fobomade, el Comité Cívico, Derechos humanos, Pastoral social, Cruz Roja, Cepa y otras ONG) en busca de apoyo, orientación legal, asistencia técnica y colaboración en sus necesidades más inmediatas, como recibir agua y forraje para sus animales.

La iniciativa de acudir a estas instituciones fue un proceso temporal que se presentó sólo al inicio del conflicto, pues al paso del tiempo y por el trabajo de Transredes en las comunidades y a sugerencia de ésta, dejaron de frecuentarlas. En el ámbito local, los comunarios acudieron a sus autoridades locales y regionales de manera verbal e informal para recibir atención inmediata y para que verificaran el hecho.

De todas maneras, las comunidades tuvieron dificultades en el manejo de estrategias para solucionar el problema ambiental, por ello recurrieron a movilizaciones callejeras, a la protesta pública, marchas, quejas y avisos por prensa y televisión.

Las relaciones entre Transredes y las autoridades gubernamentales inicialmente fueron de enfrentamiento, pero posteriormente el gobierno fue distanciándose de la problemática e incluso apoyó las acciones de Transredes y presionó a las comunidades para hacer cumplir la forma de resolución planteada por la empresa.

Frente a esta actitud de las autoridades, los comunarios realizaron marchas en la ciudad de Oruro y hacia la sede de gobierno. La protesta y disconformidad ante las soluciones planteadas por Transredes se manifestó en la toma de rehenes en el caso de la comunidad de Toma Toma y Chuquiña, medida de presión aplicada para hacer cumplir las promesas de agua y forraje:

> ...hemos detenido allá al fiscal, hemos roto camionetas, no hemos dejado levantar las bolsas porque el Estado, el gobierno no ha cumplido con la Ley, no ha cumplido compañeros, a 300 días recién la auditoría ambiental (Foro Rocha).

Pobladores de El Choro se manifestaron a través de una marcha de protesta masiva por las calles de la ciudad de Oruro, solicitando que se realice una evaluación para determinar de manera concreta los daños ocasionados (*Presencia*, 8/02/2000). El descontento era inevitable entre los afectados porque las autoridades no se pronunciaban y el plan de acción de la empresa seguía su curso.

2.3.1. Intentos de organización

A partir del derrame de petróleo, las comunidades se organizaron de acuerdo a la actividad económica y a la estructura sociopolítica de cada región. La estructura sociopolítica que presentan las comunidades comprende tres tipos de autoridades: originarias, políticas y sindicales. Dentro de las organizaciones sindicales se encuentra el sindicato de canalización de riego, que cobra importancia ya que las actividades ganadera y agrícola, en comunidades que no tienen acceso directo a las aguas del Desaguadero, dependen del recurso que ella fiscaliza. Antes del derrame, las tres organizaciones estaban dedicadas a atender las demandas locales; con el problema ambiental, la comunidad junto a la estructura sociopolítica de autoridades se organizaron para tener una representatividad.

En el caso de las comunidades estudiadas, el surgimiento de la representación también fue diferencial. En la comunidad de Toma Toma, las autoridades políticas y originarias no intervinieron en la representación de la comunidad para este hecho, debido a que las autoridades originarias, *jilakatas* del ayllu Chariri, no participan en la toma de decisiones de la zona; en cuanto a las autoridades políticas, inicialmente la comunidad buscó apoyo en las autoridades cantonales (Chuquiña, a la cabeza de Raúl Rocha, presidente del comité cívico) por constituir la representación política inmediata, pero además eligieron dos representantes de la comunidad, quiénes acompañarían en todo el proceso de solución del conflicto a las autoridades. Esto fue así sólo por un tiempo porque los representantes de la comunidad "no eran tomados en cuenta" en las reuniones con la empresa; de este modo, ante la ausencia de representatividad legitima de la comunidad, decidieron reemplazarlos con comunarios propios del lugar.

En Toma Toma eligieron como representantes a Claudio Pita y Víctor Mamani, por su experiencia dirigencial. En Huancaroma asumieron como representantes Armando Herrera y Constancio Mamani. En Chuquilaca fue elegido Wálter Chambi Chinche. Para elegir a sus representantes, los comunarios tomaron en cuenta la capacidad de liderazgo, aunque en el momento de selección no ejercieran ningún cargo político o sindical en la zona. En otras comunidades, las autoridades en ejercicio asumieron la representatividad de su comunidad, por lo que no se demandó la selección comunal.

En cambio, en la comunidad de Huancaroma la representatividad surgió motivada por la organización sindical de riego, aunque todas las autoridades asumieron dicha representatividad: el *jilakata*, el corregidor, el secretario de canalización de riego y también de la organización territorial de base (OTB). La representatividad en la comunidad de Huancaroma sólo se abocó a los comunarios y los afiliados al sindicato de canalización, pero no fueron tomados en cuenta las propiedades de los trabajadores de la Hacienda de Huancaroma ni los terrenos de pastoreo de la Hacienda, que también fueron impregnados con petróleo que ingresó a través de los canales de riego de su propiedad.

En la comunidad de Chuquilaca han asumido la representatividad las autoridades sindicales, referidas al riego y su canalización.

La selección de los representantes y la participación de las autoridades en el conflicto han dado lugar a fortalecer o debilitar algunas organizaciones. En algunas, como en Huancaroma, la organización de riego se fortaleció logrando una buena coordinación

entre los representantes de la comunidad —pese a la dispersión de las viviendas y las actividades (pastoreo) que realizan y que obligan a los comunarios a no permanecer en sus terrenos—. Y la comunidad se fortaleció ante el deseo de defender el derecho propietario de sus tierras, aunque en este sentido inicialmente existieron muchos conflictos entre comunarios por linderos de los terrenos. En Chuquilaca la organización de riego también se vio fortalecida.

En la comunidad de Toma Toma, los representantes surgieron de la población y del sindicato de campesinos y las autoridades políticas fueron relegadas por la desconfianza de la comunidad y la pérdida de liderazgo de dichas autoridades. Además, hubo una serie de conflictos por los límites de los terrenos, originando desintegración familiar, enemistad entre comunarios, entre inquilinos y dueños de terrenos, etcétera.

Cuando Transredes ingresó a las comunidades, éstas comenzaron a demandar, por medio de sus representantes y de los CLO's, agua y forraje. Al advertir que no eran escuchados, en varias oportunidades llegaron a la ciudad de Oruro para realizar nuevas movilizaciones publicas, así como en las comunidades:

> ...hemos marchado con nuestros corderos a todo Oruro, ha llegado el Ministro de Desarrollo Sostenible a la cuidad de Oruro y se le dijo y hemos denunciado delante del ministerio, nos están obligando a firmar este documento marco, y el Prefecto qué dijo, y aquí yo le digo textualmente, dijo de que deberíamos firmar, porque así nos van a ayudar; compañeros, a partir de ahí estaban en concomitancia, en la cuestión jurídica se llama concomitancia y ocultar el delito. La Ley de Medio Ambiente es bien clara, cualquier persona, en el artículo 100 dice, tiene que denunciar y a las 72 horas la Prefectura debería sacar una resolución ministerial, es decir una resolución administrativa, y no sacó. Hemos denunciado compañeros a lo que dice, al ministerio público, hemos denunciado, hemos empezado un proceso judicial a las dos semanas del derrame de petróleo, hemos denunciado como dice la Ley al ministerio público, inclusive se podía constituir en parte civil para iniciar el proceso judicial, lo hemos tapado el delito pero hasta ahora no ha habido nada, no hay diligencias del informe de policía judicial, no existe nada y nos ha extrañado, pero nosotros compañeros hemos sido en esta parte bien asesorados, en esta parte jurídica, hemos ido avanzando. (Foro Rocha)

Algunos representantes, motivados personalmente, mostraron interés y comenzaron a informarse para tener conocimiento sobre la Ley de Medio Ambiente y otra documentación que proporcionara mayores pautas sobre cómo deberían actuar y evitar ser engañados.

2.4. Autoridades

2.4.1. Inspecciones locales e información a entidades gubernamentales

Una de las primeras acciones de la Prefectura del departamento fue el envío de una carta-informe (3 de febrero de 2000) a la viceministro de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal, Lic. Neiza Roca Hurtado, en la que se destaca:

> ...la Cuenca inferior del sistema TDPS se encuentra íntegramente contaminada desde el lugar del vaciamiento hasta el lago Poopó, solicitando que se retire el petróleo de los canales de riego de El Choro, Huancaroma, y los lagos Soledad, Uru Uru y Poopó, la amenaza que representa el contaminante para el suelo arable del altiplano (10 cm) y el ciclo de recuperación de fauna y flora lacustre; se ha evidenciado que la empresa Transredes no tiene un plan de contingencia...

La Oficina de Medio Ambiente, dependiente de la Prefectura, asumió el rol de autoridad medioambiental en el ámbito local. La función que cumplió fue de realizar el control y el seguimiento, y si se encontraba una acción anómala, informarla a la autoridad para que determine las acciones a seguir. Así, realizó evaluaciones, una en abril y otra en junio. La tercera fue después de siete meses y en ella se advirtió el comportamiento del petróleo. Los resultados coincidieron en algunos puntos con las evaluaciones de Transredes, mientras que en otros se distanciaron radicalmente.

La Oficina de Medio Ambiente proporcionó asesoramiento en función a la Ley:

> Cuáles son sus derechos, cuáles son las obligaciones de la empresa, cuáles son las obligaciones de las comunidades y cuáles son los derechos también de las comunidades y de la empresa, todos tienen derechos y obligaciones, eso es en función de la Ley, ahora en el caso que la empresa con una comunidad no puedan llegar a un acuerdo, aquí también se realizan reuniones para que nosotros como mediadores, como autoridad podemos decir a la empresa en función a la Ley, tienes que hacer esto, haber qué han hecho, y la comunidad en función a la Ley también qué tiene que hacer o aceptar (entrevista Oficina de Medio Ambiente).

De todos modos, esta entidad estatal no pudo continuar la labor inicial, aunque mantuvo la intención de hacer el seguimiento a las acciones de Transredes, aspecto que se dificultó porque para acceder a información de la empresa, debía solicitarla al Viceministerio como autoridad competente.

La Prefectura como autoridad regional, en principio, estuvo encargada de hacer "seguimiento estricto", control y fiscalización de la auditoría y el cumplimiento de la Ley.

Pero una resolución del Ministerio, que aclaraba las competencias de acuerdo a ley, le quitó el poder, señalando que solamente debería hacer algún seguimiento e informar a la autoridad ambiental competente. En realidad, la Prefectura lo único que pudo hacer fue facilitar las reuniones entre las comunidades y la empresa. No pudo analizar el convenio propuesto por Transredes a las comunidades, más bien apresuró y presionó para que las comunidades firmaran y den una solución rápida al conflicto, prohibiendo alguna acción judicial contra Transredes:

> El propio Prefecto amenazó a las organizaciones ambientales que no iba a permitir que haya juicios a la empresa Transredes, porque esos juicios hacían escapar inversiones (Foro Coronado)

Según la Ley de Medio Ambiente, el gobierno debería delegar a una comisión para realizar un informe (en el plazo de 3 días) y, a través de éste, convocar a la empresa que ha cometido esa infracción (art. 101). Esta instancia no se dio por la negligencia o poco interés que mostró el gobierno ante el desastre, llegando a minimizarlo. La autoridad contaba con siete días para realizar una investigación sumaria y preliminar, no definitiva, para luego emitir una resolución que debía concluir negando la existencia de algún tipo de contaminación, estableciendo la existencia de alguna infracción (menor que un delito) o estableciendo un delito ambiental. Esa era la sucesión de pasos administrativos medioambientales que debió seguir el Viceministerio para que el Ministerio Público iniciara un proceso judicial.

La negligencia de las autoridades se constató en los diferentes ámbitos, por ejemplo, el Prefecto debió declarar una emergencia hídrica departamental por lo sucedido, para alertar a todas las comunidades asentadas cerca de la zona. Por su parte, el cambio de actitud del gobierno dejó entrever que pesaba más la influencia económica y política que ostentaba la empresa.

2.5. Limpieza

2.5.1. Condiciones de la empresa para la limpieza

Inicialmente, Hopper tenía previstos 25 días para terminar la limpieza (*Presencia*, 8/02/2000), pero la misma duró desde febrero hasta fines de julio, y durante diciembre en el caso de Chuquiña y Japo.

Para proceder a la etapa de limpieza en las comunidades, éstas tenían que cumplir algunas condiciones, como haber llenado previamente las fichas de reclamo, que las familias formaran parte de alguna comunidad, pues de manera individual no era posible estar comprendido en todo el proceso de compensación. Estas condiciones además determinaban la dotación de agua y forraje.

Desde un inicio, Transredes prometió a las comunidades la dotación de agua para consumo humano y animal y forraje para los ganados, pero no cumplió a cabalidad, pues la distribución de agua fue por un tiempo limitado por dificultades como el terreno blando o la presencia de canales profundos que no permitían el acceso de las cisternas; algunas familias no recibieron agua todo ese tiempo. El ofrecimiento de forraje se redujo a otorgarles 4 gr por cabeza de ganado —en pasto, como tres palitos de fósforo—, cantidad irrisoria porque los ganados consumen diariamente el 1 a 2% de su peso total; es decir, en ovinos 400 gr y vacunos 5 kg.

Durante la etapa de limpieza, Transredes proporcionó profesionales médicos y veterinarios para cubrir las demandas que los comunarios presentaban en las oficinas instaladas en algunas comunidades. Caso contrario, los dirigentes tenían que ir a Oruro para presentar sus reclamos y solicitar estos profesionales; ésta fue una limitación frente a las urgencias en las comunidades. Otra limitación fue que la atención era proporcionada solamente cuando los comunarios aceptaban las condiciones impuestas por Transredes, "primero firma, después van a tener veterinario" (Churata-Challacollo, audiencia pública).

Los médicos atendieron a algunas personas que presentaban síntomas relacionados a la contaminación del petróleo, como naúseas, dolor de cabeza, pérdida de apetito, algún temblor, "y eso por los olores emanados por el derrame, ...e inflamación de los ojos" (entrevista en el hospital de Chuquiña). Después del chequeo médico procedían a recetarles aspirinas y otros medicamentos que debieron conseguir por sus propios medios; sin embargo, Transredes, difundía información señalando que hacía un seguimiento a las personas afectadas.

La actuación de Transredes se caracterizó por promesas y mentiras; así, las primeras acciones de limpieza no fueron "realizadas por expertos" sino por personal técnico sin ninguna especialización, y la tecnología de punta ofrecida se limitó a "pala, picota, malla de gallinero, algún absorbente químico, paja" con los que recogieron de forma manual el residuo del río (entrevista a Möeller).

2.5.2. Reclutamiento

Los comunarios inicialmente creyeron en las promesas de la empresa, aceptando el proceso de trabajo que se iba a desplegar durante la etapa de limpieza. En un principio, emprendieron esta labor los "efectivos del ejército y comunarios que se organizaron en grupos para proteger el sistema de canales cerca al Choro, Crucero Belén, Rancho Rufino y otros" (*La Razón*, 8/02/2000).

La etapa de limpieza continuó con el reclutamiento de comunarios y gente ajena a la comunidad para limpiar el petróleo de los terrenos, cortando todas las pasturas nativas impregnadas, juntamente con la tierra, que fueron depositadas en bolsas de polietileno o acumuladas en montones en los mismos terrenos.

> ...no era otra cosa que esa malla de gallinero, con paja, habían formado una especie de redes para poder atrapar el petróleo, y el petróleo era sacado del río, del lecho del río a mano, entonces no era otra la tecnología que se ha usado, había algún absorbente químico más (entrevista Derechos Humanos).

La presencia de gente extraña al lugar, como los miembros del distrito Naval IV de Tiquina que, según los comunarios, "desarrollaban una labor superficial de limpieza", provocó inconformidad, por lo que solicitaron su desalojo. Así, en las diferentes comunidades se organizaron grupos de trabajo:

> Un día 12 de febrero ha llegado una empresa Transredes, que nosotros ni siquiera sabíamos que iba estar en nuestra área, esto se hace en el campamento de la localidad de Eucaliptus, para entonces nosotros no estábamos al tanto de todos estos casos, pero si la empresa ha llegado un día martes al pueblo, ha empezado a trabajar con gentes de otras áreas, de otras provincias, realmente nos han dividido dentro de la comunidad, la organización ha sido dividido, uno, dos, y existe todavía la empresa privada en la comunidad, la empresa privada prácticamente ha hecho firmar que no estamos contaminados con la autoridad (Foro Huancaroma)

Hubo discriminación en el pago de jornal por el trabajo de limpieza, puesto que los soldados percibían Bs 32, mientras que los comunarios entre Bs 20 y Bs 35 (*La Prensa*, 9/02/2000); los pagos diferenciales no sólo provocaron división interna en las comunidades, sino también neutralizó la actitud de los comunarios frente al conflicto, pues la retribución económica por sus servicios, era una faceta "positiva" del derrame que los beneficiaba:

> ...los que eran dueños recibían el doble, el triple del pago en las tareas de mitigación, y los que no eran dueños recibían un dinero un poco menos, esto ya fragmentaba la unidad de la comunidad (entrevista a Alessandri).

Más tarde Transredes consideraría esta "inversión" como parte del monto de compensación.

En el reclutamiento también intervinieron variables como el género y la edad de las personas. En un principio trabajaron tanto mujeres como hombres, aunque en su mayoría los grupos estaban compuestos por hombres. La condición para los trabajadores, hombres o mujeres, era tener 18 años de edad.

2.5.3. ¿Ausencia de monitoreo estatal o complicidad?

La relación entre Transredes y el gobierno tuvo cierto grado de complicidad, pues éste, a través de la Oficina de Medio Ambiente, presionó a los comunarios para que firmaran los convenios con Transredes, como en el caso de Chuquiña, para que permitan la limpieza en la zona. Los afectados por el derrame hasta ahora toman conciencia de los engaños y burlas a los que han sido sometidos, lo que les permite reconocer sus debilidades en la forma de actuar respecto al conflicto, pero también de exigir el cumplimiento de sus derechos en términos ambientales.

El gobierno tampoco se inclinó a dar curso a las leyes ambientales durante la auditoría ambiental, que tuvo bastantes dificultades y retraso en su ejecución.

Transredes declaró montos elevados de los gastos que había realizado al inicio de las acciones, los que debían ser distribuidos entre ésta y el gobierno nacional; según declaraciones de la viceministra Neiza Roca:

> La empresa ha venido diciendo que ya ha gastado 40 millones en el tema del derrame, si nosotros hacemos una evaluación de las 127 comunidades que estarían involucradas, tomando el promedio de proyectos que van a asumir, no suman ni 4 millones de dólares (Foro Coronado).

Otra estrategia de Transredes fue la de distraer a la opinión pública y, en particular, a los comunarios a través de la difusión de información distorsionada. También incumplió con los ofrecimientos que había hecho y con la auditoría ambiental, pues en varias oportunidades retrasó su ejecución por falta de información de parte de la empresa. Distorsionó los hechos verdaderos, borrando evidencias de la magnitud del

derrame. Así, durante el periodo de limpieza —en un tiempo establecido por la empresa— y simultáneamente al recojo de tierra y totorales impregnados por el petróleo, por las noches algunos empleados de esta empresa ingresaban a los lugares de acopio de bolsas para quemar los montones acumulados, además de recoger especies de fauna silvestre muerta a causa del contacto con el hidrocarburo. Cuando el ganado perecía, Transredes procedía al llenado de fichas de reclamo, con la condición de que los enterraran y no fueran utilizados para la venta y/o consumo de carne. La empresa, durante el periodo de evaluación y compensación, no consideró estas pérdidas. Esto fue causa de reclamo permanente de los comunarios, pidiendo la reposición de sus animales muertos: "cómo vamos a enterrar a nuestros animales, hubiéramos carneado, como a perro hemos enterrado y hasta ahora no me han devuelto a mi vaca" (Mateo Veizan).

Durante la etapa de limpieza, entre el personal de Transredes que trabajaba directamente con los comunarios se corrió la voz de que la empresa iba a retirarse. Al oir esto, los comunarios firmaron convenios —más favorables para Transredes—, con el temor de que la empresa se fuera y no supieran dónde ir a reclamar. Lo mismo ocurrió con la negociación de los montos de compensación, entre la propuesta de Transredes y los resultados de los evaluadores, así como para firmar el convenio con CARE, ya que la amenaza era que Transredes se iba a Santa Cruz y no habría más posibilidad de reclamo, por la distancia y el costo que representa ello. También advertimos que el trato de los capataces a los comunarios era estricto, pues no les permitían conversar con gente ajena que acudía por información.

3. La fase de negociación (mayo a junio)

Los aliados que encontraron los comunarios fueron las entidades preocupadas por la problemática ambiental, las entidades cívicas y las ONG, pero éstas brindaron asesoramiento y apoyo solamente al inicio del proceso.

> La Central Obrera Departamental, la federación y muchas instituciones hablan, vivan al campesinado, pero hasta ahora, tanto tiempo, nueve meses yo no he visto ninguna cooperación para nosotros compañeros, ni quién diga nada (Foro comunario).

3.1. El convenio marco se convierte en un contrato privado

Ya dijimos que Transredes convenció a los comunarios de sujetarse a las condiciones planteadas en el convenio marco; lo hizo en algunos casos dando un trato preferencial a

algunas comunidades, lo que provocó una gran división entre ellas, debilitando el movimiento comunal y fraccionando a la comunidad internamente. Al inicio del conflicto ambiental se había suscitado gran interés entre los diferentes actores para intervenir y mostrar el hecho ante la ciudadanía en general, convirtiéndolo en un problema nacional. Posteriormente, se tornó en un problema regional, para, finalmente, convertirse en un problema individual, familiar, incluso marginal. Fue hasta septiembre que el conflicto cobró nuevamente fuerza, gracias al movimiento campesino a nivel nacional.

Dada la heterogeneidad de las comunidades afectadas, la empresa buscó elementos comunes entre ellas para iniciar el proceso de compensación. Una vez definido este criterio elaboraron un documento jurídico denominado convenio marco.

La actitud pasiva del gobierno para mediar y hacer prevalecer las leyes medioambientales permitió a la empresa actuar con mayor libertad y "de acuerdo a sus intereses". Este accionar del gobierno impidió su intervención en la firma del convenio, que más bien se convirtió en un "documento privado" entre las comunidades y la empresa.

Las autoridades locales, por su parte, vieron coartadas sus prerrogativas por las limitaciones económicas y jurídicas y tuvieron que contentarse con ejercer un rol de observadores ante la acción pasiva del gobierno.

En el convenio marco, Transredes, representada por Antony Hesnhaw, deslinda toda responsabilidad sobre el derrame y en la cláusula tercera considera que "el derrame (...) no le es imputable por tratarse de un evento externo y ajeno a su voluntad". Afirma que el hecho ha sido un accidente, pero asume voluntariamente el resarcimiento de daños y perjuicios directos causados por el derrame, de acuerdo al articulo 998 del Código Civil. Establece dos planes a seguir, el primero que se refiere al plan de emergencia "para preservar la salud humana, animal y de los recursos naturales"; y el segundo, "el resarcimiento de daños y perjuicios causados por el derrame". Además, en otra cláusula señala que en caso de "divergencia, reclamo o desavenencia que no pudiera ser resuelta amigablemente entre las partes, será resuelta mediante conciliación, y si fuera necesario, mediante arbitraje" según la Ley 1770 de Arbitraje y Conciliación. Creemos que de esta forma el convenio marco impuso condiciones de resolución sin la participación de las autoridades, anulando toda posibilidad de iniciar un proceso judicial.

3.2. Selección de evaluadores independientes

Transredes contrató a varias instituciones para que realizaran una evaluación "independiente" de cuantificación de los daños ocasionados por el derrame de petróleo en las áreas de la agricultura y la ganadería. A los comunarios se les permitió elegir a los evaluadores profesionales que serían remunerados por la empresa. Estas consultoras, al tener un trato directo y de dependencia económica con Transredes, se "debían" más a ésta que a las comunidades:

> La evaluación independiente era susceptible de ser manipulada por la empresa, primero esa evaluación independiente es solamente una evaluación a corto plazo, solamente para los meses, para este año, en ningún momento se ha visto una evaluación independiente a largo plazo, (...) toda evaluación independiente de una u otra manera ha ido y ha sido manejada por la empresa (Foro Coronado)

Las comunidades, en principio, depositaron su confianza en las consultoras, pero en muchos casos no llegaron a conocer los resultados del trabajo de los evaluadores independientes. Además, existieron ciertas diferencias en ambas evaluaciones, porque la de Transredes tendía a minimizar los daños; sin embargo, en el momento de la negociación del monto de compensación, los evaluadores independientes no defendieron los resultados de su trabajo porque fueron presionados con la amenaza de retener sus honorarios si no aceptaban el monto propuesto por Transredes. Esta actitud generó conflictos en la relación comunidad-evaluadores, porque no se cumplieron los objetivos del contrato con la comunidad. Como en el caso de Chuquiña, se llegó a desconocer a los evaluadores independientes y su trabajo, por eso no tienen una evaluación.

Las evaluaciones de los evaluadores independientes de Transredes tomaron parámetros homogeneizantes a todas las áreas afectadas —daños directos— y en esa medida se aplicaron las compensaciones respecto a la ganadería y agricultura. Pero hay otros elementos naturales que no fueron contemplados, tal vez intencionalmente.

3.3. La auditoría ambiental

La ejecución de la auditoría ambiental tuvo que esperar mucho tiempo:

> (Prácticamente fue) arrancada al gobierno, porque ése es el término, porque se pretendió soslayar mediante los convenios al principio, sin embargo, la auditoría tiene muy poca voluntad política, y hay que decirlo con claridad, el gobierno se comprometió a una fiscalización regional sobre la auditoría, pero no hay tal (Foro-Coronado)

La demora de la auditoría —seis meses y medio después del desastre ecológico— fue favorable para Transredes. Comenzó cuando:

> ...las tareas de mitigación durante esos 200 días, de una u otra forma ha funcionado, digo de una u otra forma, porque, sobre todo más que por voluntad de Transredes, por fenómenos naturales, lluvia, la misma corriente del río que ha ido arrastrando el petróleo y/o tal vez la evaporación, de los elementos que eran volátiles (Entrevista a Derechos Humanos).

Para la auditoría ambiental Transredes propuso a la empresa ENSR:

> ...es una empresa que varias veces ha trabajado con Transredes, que le está pagando porque la ha contratado. Transredes ha puesto y ha exigido que sea esta la empresa, ¿no? Esperamos que por lo menos tengan un poco de idoneidad de presentar una auditoría ambiental que refleje algo, en algo que ha habido, pues una contaminación, porque lo triste es, porque cada vez aparecen menos datos, ¿no? y al final nos van a convencer que aquí nunca pasó nada, que nunca hubo contaminación, que todos están felices, que los afectados firmaron sus convenios donde dijeron que no pasó nada, y que todos vivimos felices con estos 29.700 barriles, es decir que nos han infectado por muchas generaciones, es decir las aguas en el Desaguadero (entrevista a Möeller).

Algunas instituciones cuestionaron el trabajo de la auditoría:

> Esta auditoría la que se está realizado no ha sido hecha bajo la supervisión del gobierno, no tiene participación del Comité Cívico Orureño, por tanto está deslegitimada por sí misma, es más, la empresa, si bien ha sido contratada por el gobierno, ha sido elegida por Transredes y es pagada por ella, entonces ya es lógico saber cuáles van a ser sus resultados (entrevista a Derechos Humanos, Alessandri).

Con la intención de garantizar la objetividad e idoneidad de la auditoría, miembros de la sociedad civil solicitaron la participación de dos representates designados por ellos (Comité Cívico de Oruro, Fobomade, Lidema) para la fiscalización de ese trabajo (art. 28, Ley de Medio Ambiente). Para la designación de los fiscalizadores, los ingenieros Coronado y Quintanilla, estas instituciones tuvieron que "pelear" con la burocracia gubernamental. Pero finalmente comenzaron su labor los primeros días de diciembre —cuando la auditoría ya había pasado varias etapas del estudio—, aunque no había un documento que avalara las funciones que debían cumplir:

> Los fiscalizadores tenemos varias dificultades, una dificultad es de que no sabemos con claridad las funciones que debemos cumplir, lo que hemos acordado los dos fiscalizadores es que nuestro trabajo

debería comprender la revisión de lo que son los términos de referencia, una información sobre el trabajo que han realizado las diferentes etapas de la consultoría y al mismo tiempo una verificación de los datos que han obtenido la consultaría respecto a las tres áreas que están estipuladas (Coronado)

Se permitió su participación como "meros observadores", sin acceso a los primeros informes de la auditoría ni a la información recolectada (primaria y secundaria), debiendo esperar a los resultados finales. Si tomamos en cuenta el tiempo transcurrido desde el inicio de la auditoría, se puede advertir que no se ha hecho el seguimiento correspondiente, ya que el objetivo de tener fiscalizadores fue de conocer cuáles eran los criterios referenciales que se estaban empleando para su ejecución.

Según las disposiciones de la Ley de Medio Ambiente, después de la denuncia de un hecho ambiental se procede a la primera inspección para luego elaborar los términos de referencia de la auditoría ambiental. En las primeras semanas después del desastre ya se hablaba en las esferas de gobierno, particularmente en el Ministerio de Desarrollo Sostenible, sobre la ejecución de un auditoría ambiental que determine los daños ocasionados por el derrame de petróleo en el río Desaguadero. La realización de la auditoría fue la culminación de muchas movilizaciones de los comunarios afectados y de instituciones cívicas regionales; recién en el mes de abril se elaboraron las primeras especificaciones sobre el tema y se conoce que cuatro empresas se ofrecieron para hacerla, pero Transredes contrató a ENSR, que debía iniciar sus labores inmediatamente. No ocurrió así porque la suscripción del contrato se retrasó hasta julio. El contrato señalaba un plazo de tres meses para la entrega del informe de la auditoría, pero su conclusión se alargó por las muchas postergaciones y ampliaciones.

Durante el desarrollo de la auditoría cesaron los enfrentamientos, no sólo por la expectativa de los resultados, sino también porque las comunidades estaban en la etapa de recibir las compensaciones en especie o en proyectos. Lo mismo sucedía con las comunidades que no tenían acuerdos con Transredes.

La empresa ENSR como tal se encargaba de la parte toxicológica y subcontrató al Instituto Socio Ambiental (ISA), encargado del área socioeconómica, y al Instituto de Ecología. El ISA es un grupo de investigación relativamente nuevo, fundado en diciembre de 2000, cuenta con gente con experiencia en sistemas de producción, territorialidad y manejo de recursos (como gestión sostenible). Fue invitado por el Instituto de Ecología y subcontratado por la empresa ENSR. Para la auditoría contaba con 40 personas, profesionales de distintas disciplinas, como ser: agrónomos, médicos,

sociólogos, antropólogos, un especialista en toxicología y salud humana, uno en el área legal y otro en auditoría.

Pero, ¿en qué consiste la auditoría ambiental? El fin de la auditoría es comprobar el cumplimiento de normas ambientales; en el caso del ISA, "ver lo que es la condición de los factores socioeconómicos", el estado en el que se encuentra, de acuerdo al criterio de los términos de referencia:

> El criterio en el caso socioeconómico establece lo que es el estudio de línea base, es decir, lo que son las condiciones o la situación de la población afectada antes del derrame, pero también para evaluar el cumplimiento de normas, también necesitas establecer un criterio de referencia, ese criterio es la normatividad (entrevista ISA).

El área de estudio comprendía toda la zona afectada por el derrame, desde el departamento de La Paz hasta Oruro, para lo cual:

> ...la hemos dividido en seis zonas, que en principio son zonas agroecológicas, con características similares tanto de recursos naturales como de procesos productivos, y también de organización de la población similar. En este caso, en la parte de La Paz reconocemos dos zonas, en la parte de Oruro reconocemos cuatro zonas; la zona 3 está constituida por Eucaliptus, Chuquiña y su entorno; la zona 4 por Toledo; la zona 5 por El Choro, y la zona 6 por los lagos, que va desde la parte sur del Uru Uru, y todo el entorno del lago Poopó (Ibid.).

Para obtener información primaria y secundaria, ENSR recurrió a diferentes fuentes, primero la legislación nacional (leyes, decretos, resoluciones), luego toda la información sobre los hechos recogida por Transredes. Durante el trabajo de campo se comprobó lo que efectivamente había hecho la empresa en el terreno y se analizó el funcionamiento de los sistemas de manejo de recursos naturales y los sistemas socioambientales para concluir hasta qué punto éstos han sido afectados por el derrame de petróleo y también por las acciones posteriores, como la limpieza, la distribución de agua y principalmente la compensación.

La auditoría ambiental es un proceso basado en un trabajo ampliamente participativo, que comprende cinco etapas:

- La primera ha consistido en entrevistas a los gobiernos municipales, alcaldes y autoridades, donde el énfasis estaba en los impactos provocados por el derrame, en la acción de Transredes y las tareas pendientes.

- La segunda fue una nueva ronda de entrevistas dirigida a todos los dirigentes de las organizaciones intercomunales, ayllus, subcentrales, etc.
- Un tercer grupo de entrevistas ha consistido en las declaraciones de impacto de los dirigentes comunales de más de 168 comunidades.
- La cuarta etapa trata de recoger declaraciones de familias afectadas.
- La última consistió en la presentación de datos básicos en una reunión con alcaldes y otras autoridades para mostrar el procesamiento de la información y recoger su criterio sobre ello.

Las dificultades de la auditoría ambiental tuvieron que ver con el diseño metodológico inicial, que debió ser ajustado por la amplitud del estudio y el número de comunidades. También influyó la desconfianza de los comunarios, que no estaban muy al tanto del proceso de la auditoría. Asimismo, fue perjudicial que el país no cuente con una línea base que permita comparar el antes y después del impacto; no existe bibliografía ni referencias documentales que brinden un panorama de las identidades étnicas y de las estructuras organizativas.

La auditoría se convirtió en una experiencia única, un trabajo sin precedentes en nuestro país, y fundamentalmente, un reto para los profesionales que lo han realizado. Por esas connotaciones, las expectativas sobre sus resultados son grandes, en particular para los actores involucrados directamente con la problemática, que esperan que revele con mucha precisión los daños ocasionados por el derrame en sus terrenos, en sus animales, en su salud, en su economía, en todas las facetas de su vida.

En cambio, Transredes espera que los resultados no varíen mucho en relación a los obtenidos en su evaluación, que ya fueron compensados. A través de este mecanismo las autoridades podrán determinar la responsabilidad de Transredes para luego aplicar llamadas de atención, multas y, finalmente, el cierre de sus actividades.

4. La fase de la compensación

El proceso de compensación comenzó una vez finalizadas las evaluaciones de los evaluadores independientes de las comunidades y los evaluadores de Transredes. Ambos se reunieron para compatibilizar criterios y recomendar un monto de compensación para la comunidad que firmó el convenio marco y fue sujeto de evaluación.

4.1. Efectos directos y efectos indirectos

Para que la evaluación fuera completa debía tener en cuenta todos los daños causados y la forma de resarcirlos. No obstante, los aspectos evaluados por la empresa y por los evaluadores independientes sólo contemplaron los efectos directos ocasionados en la ganadería, en las pasturas nativas, en las praderas introducidas, en los cultivos agrícolas y la disminución de ingresos, jornales perdidos, afectación en caminos, etcétera.

En la etapa de compensación Transredes ha ofertado una cantidad menor a la estimada por los evaluadores independientes, aunque algunos de éstos defendieron sus resultados, que eran más favorables para los comunarios. De todos modos, la compensación sufrió serios recortes a criterio de la empresa y, para no disminuir aún más el monto, los representantes tuvieron que aceptarlos.

Hasta ahora ninguna entidad o institución se ha animado a advertir sobre los efectos a mediano y largo plazo (efectos indirectos) del derrame de petróleo y tampoco se han evaluado ni compensando los recursos comunales o de los sin dueño.

Los efectos indirectos inciden en la productividad de las tierras en el futuro, en la ganadería y también en los comunarios que han trabajado en la limpieza, porque se han expuesto a la intoxicación por inhalación que podría afectar en el futuro su salud. Por otra parte, hasta ahora nadie ha cuantificado ni evaluado el impacto provocado en el río y en las especies silvestres, terrenos o espacios comunales. Este proceso supondría hacer un seguimiento semestral y/o anual del comportamiento de la tierra, el agua y las zonas afectadas, después de ser sometidas a una serie de tratamientos para su restablecimiento. De alguna manera, la rutina diaria de los campesinos de las zonas afectadas se vio afectada porque descuidaron sus actividades y el cumplimiento del calendario agrícola.

También es un efecto indirecto la permanencia de los componentes químicos del petróleo, volátiles y aromáticos (gasolina), en la atmósfera, que por efecto del viento y factores climatológicos se han desplazado hacia otras zonas, lo que representa un tipo de contaminación indirecta.

4.2. Negociación entre evaluadores

El trabajo de los evaluadores independientes no fue uniforme en cuanto a sus resultados debido a que éstos no tenían experiencia y en algunos casos no cumplieron el requisito de ser profesionales agrónomos con especialidad en zootecnia y fitotecnia. Este aspecto

fue un recurso que la empresa aprovechó para restar importancia a los resultados obtenidos por estos valuadores.

El convenio marco indicaba que los evaluadores debían discutir sus resultados y llegar a un acuerdo en el monto de compensación para las comunidades. De ser así, Transredes procedería a la compensación a través de CARE, de lo contrario había que someter el conflicto a arbitraje. Para la evaluación independiente de la comunidad se contrataron 25 organizaciones (consultoras, ONG y profesionales independientes); algunas hicieron más de una evaluación. Por su parte, Transredes contrató a Resolve Ltda. y a Polaris Applied Sciences Inc. La primera realizó su trabajo de junio a septiembre de 2000, habiendo obtenido acuerdos en 18 convenios; en cambio, Polaris trabajó entre octubre y diciembre de 2000 y alcanzó 22 convenios y 21 acuerdos.

4.3. Resolve versus evaluadores independientes de la comunidad

Los evaluadores independientes de la comunidad hicieron la evaluación de daños directos del derrame en la pradera nativa, en las praderas introducidas y en los cultivos agrícolas. El criterio utilizado fue el cálculo del valor de la producción total, multiplicado por un precio de referencia, ya sea el de mercado o de un bien sustituto.

Los elementos o conceptos valorados por los evaluadores independientes de la comunidad fueron: las praderas nativas, las praderas introducidas, los cultivos agrícolas, la mortalidad de ganado, la disminución de rendimiento de los ganados, la baja de precios en productos pecuarios, la afectación a los caminos vecinales y puentes peatonales, las jornadas perdidas por los comunarios y dirigentes en reuniones y talleres, el alquiler de tierras de pastoreo y la disminución de la pesca, caza y recolección.

Los parámetros utilizados básicamente fueron la medición de superficies, los rendimientos del forraje y los precios de referencia; para los productos pecuarios, la cantidad de ganado afectado y los precios antes y después del derrame.

Virginia Antezana (*op. cit.*) indica que Transredes asignó a Resolve, una empresa ajustadora de seguros y experta en pagos de indemnizaciones, para realizar los cálculos de los daños con su equipo técnico. Se dice que en la evaluación se verificaron daños reales y no las aspiraciones ni los deseos legítimos de las comunidades.

El criterio fundamental en la valoración económica de los daños es que los factores valorados (suelo, cultivos, forrajes, agua y ganado) hayan sufrido una afectación directa por el derrame de petróleo. Resolve consideró como impactos directos del derrame la

afectación de praderas nativas, forrajes cultivados y cultivos agrícolas. No obstante, no tenía parámetros establecidos para la evaluación,

En el proceso de negociación con los evaluadores independientes de la comunidad, Resolve rechazó sistemáticamente los reclamos por muerte y/o enfermedad, con toda la secuela, para la depreciación del ganado, aduciendo que no existía evidencia veterinaria para demostrar la responsabilidad de Transredes. Otros conceptos como la disminución de precios, las jornadas perdidas por los comunarios, la afectación de caminos, etc., tuvieron la misma valoración, aunque de todas maneras se obtuvieron acuerdos a través de 18 convenios firmados desde junio hasta septiembre.

4.4. La evaluación de Polaris

Polaris obró con mayor flexibilidad porque reconoció una buena parte de los reclamos, incluso en aspectos que habían sido rechazados por Resolve. Los factores considerados en la evaluación son los siguientes:

a) Derrame directo de petróleo en la vegetación, provocando la disminución del área de pastura con relación a los años anteriores; pérdida de ingresos debido a la incapacidad de alquilar las tierras de pastoreo; y disminución del forraje como resultado directo del derrame.
b) Rendimientos reducidos de las cosechas debido al cierre de canales de irrigación y a la falta de cultivo en las áreas donde normalmente se cultivaba.
c) Disminución del valor de mercado de las cosechas y los productos animales.
d) Efectos físicos a la propiedad por la limpieza de caminos y puentes.
e) Mortalidad de ganado
f) Factores socioeconómicos, como las jornadas perdidas por comunarios y dirigentes

Según menciona su informe, Polaris no realizó estudios de campo específicos, sino que basó su evaluación en los datos disponibles. Las fuentes de información que utilizaron fueron, entre otras, entrevistas con las familias, informes de los evaluadores independientes de cada comunidad, informes de los equipos de apoyo social de Transredes (relacionadores de la comunidad, agrónomos, veterinarios y equipo de salud), los estudios de la comisión de forraje, estudios de la comisión del agua, el programa de muestreo

ambiental de Dames & Moore, los programas de limpieza y de desgaste de petróleo de Polaris, los formularios de reclamos, los planes de desarrollo municipal y demás bibliografía relacionada.

En las minutas de reunión Resolve hace referencia a "sus propias medidas y evaluación", información a la que no hemos tenido acceso, pese a haberla solicitado a Transredes. En cambio, Polaris nos proporcionó su informe y sus cuadros de valoración de pérdidas, donde se consignan los principales parámetros para realizar los cálculos, para cada uno de los elementos:

- Factores de ganado: cantidad de animales (y razas) afectadas por tipo de animal; diferencias de precios en las ventas de animales vivos; diferencias de precios en las ventas de queso; diferencias de precio en la venta de leche; y mortalidad de ovejas y ganado vacuno.
- Pastos introducidos y naturales: área afectada; cobertura de vegetación de ésta: área neta; rendimiento en términos de kgDM/ha; área afectada de praderas introducidas (qué porcentaje estuvo expuesto y fue afectado por el petróleo); y precios por kg y/o quintal (un fardo de heno que pesa 45-50 kg).
- Factores de cosechas: el tipo de cosecha; área total (ha); cobertura de vegetación (%); cobertura neta; rendimiento (kg/ha); área afectada (%); total kg/ha; qq/ha; y valor de la pérdida.
- Praderas naturales: especies o tipos; área total (ha); cobertura de vegetación (%); cobertura neta; rendimiento (kgDM/ha); área afectada (%); valor del kgDM/ha.
- Praderas introducidas: especies o tipos; área total (ha); cobertura de vegetación (%); cobertura neta (ha); rendimiento (kgDM/ha); área afectada (%); número de cortes de cosecha realizados; valor del kgDM/ ha.

De 22 convenios discutidos entre Polaris y el evaluador de la comunidad, entre octubre y diciembre, en 21 convenios se llegó a un acuerdo por el monto de compensación. En las reuniones llevadas a cabo para el efecto Polaris presentó su propia evaluación de los impactos del derrame y ésta fue discutida con los evaluadores independientes.

4.5. Negociación entre Transredes y las comunidades

Los resultados de la valoración realizada o reconocida por Resolve y Polaris, en general, son inferiores a los cálculos realizados por los evaluadores independientes de la comunidad. En promedio general, el 31,50% de los valores iniciales de los evaluadores independientes fueron considerados por los evaluadores de Transredes para la compensación.

Cuando los evaluadores llegaban a un acuerdo sobre el monto de la compensación, se sometía a consideración de la comunidad, que finalmente decidía si aceptaba o no. Si la decisión era positiva, se firmaba el convenio de transacción con la intervención de CARE, como institución encargada de efectuar la compensación. Si no había conformidad, se recurriría al arbitraje. De todas maneras, de los 41 convenios, 39 aceptaron el monto de compensación, aunque en algunos casos (Ulloma, Tres Cruces, La Joya y Central Unificada) tuvieron que ajustar sus resultados porque la comunidad no estaba de acuerdo con la evaluación ni con el monto de compensación. Toma Toma recibió la cifra más elevada por reclamo y Chacarilla recibió la suma más baja.

En cuanto a las comunidades de estudio, en Huancaroma el evaluador independiente obtuvo como resultado la suma de $us 39.966,02, pero el monto de transacción fue de sólo $us 11.675, siendo el porcentaje de compensación el 29,20%. En Toma Toma la cifra propuesta por el evaluador fue de $us 368.059,20 y la transacción se hizo por $us 97.070,00, alcanzando 26,40% de compensación. Finalmente, en la comunidad de Chuquilaca el monto evaluado fue $us 107.501,96, obteniendo en la transacción sólo $us 42.455,00, 39,59% de la compensación.

4.6. Manifestaciones de oposición

Los comunarios siempre estuvieron conscientes del daño ambiental provocado por la contaminación del derrame en sus terrenos y ganados, y también de que el ecosistema requiere de varios años para recuperar su equilibrio. Saben que el tiempo para el restablecimiento de tierras, agua y efectos en los animales es impredecible, ya que estos recursos requieren de tratamientos específicos que no se realizan en el altiplano. Sin embargo, la empresa Transredes no tomó en cuenta la vivencia y conocimientos de los comunarios, adquiridos por la experiencia de muchos años y por la transmisión de sus antepasados, con relación a su medio ambiente y la forma cómo funciona su ecosistema. Más bien les han impuesto pareceres foráneos.

4.6.1. Caso La Barca

Transredes ha sabido aprovechar sus influencias, gracias a sus dádivas económicas, para impedir la continuidad de los procesos judiciales planteados contra ella. Así, se han dado casos de excusa de varios jueces, como en el caso La Barca, ha habido tardanza en diligencias de policía judicial y se ha sabido de personalidades y medios de comunicación involucrados con los procesos.

El derrame afectó unos cultivos de quinua biológica[1] ubicados en el fundo rústico denominado "La Barca", en el cantón La Joya de la provincia Cercado del departamento de Oruro. Los terrenos de cultivo, de 100 ha de extensión, pertenecían a la señora Vasques de Riglos y eran parte de un proyecto de exportación con la empresa comercializadora de quinua biológica Jatariy Import Export SRL. El proyecto se había iniciado en 1999 y culminaría el 2003, con proyecciones para implantar un nuevo programa de trabajo a partir de 2004. Se estimaba una cantidad de 60.000 kilos de quinua cosechada.

En febrero de 2000, anoticiados por el derrame, una comisión técnica de la empresa Jatariy realizó una inspección de los cultivos y determinó la afectación por el cause contaminado con petróleo que penetró e inundó sectores de la siembra, provocando daños a los cultivos y en el ecosistema del lugar. Es por este motivo que esta empresa, mediante una carta-informe dirigida a la señora Riglos, determina no comprar la quinua,

> ...por estar contaminada con petróleo y por el lapso de cinco años que corresponde el periodo de siembra anualizado para después entrar en descanso y en recuperación de suelo (...) para que la empresa continúe con este proyecto y compre este producto, será necesario habilitar nuevas tierras que no tenga ningún trazo de contaminación...

quedando anulada toda la producción, así como las relaciones comerciales entre el contratante y la productora.

Ante esta adversidad, la propietaria inició un proceso penal (21 de marzo de 2000) contra los responsables de Transredes, Steve Hopper y Anthony Hesnhaw, responsables de la empresa a nivel nacional y regional, respectivamente, exigiendo el resarcimiento del daño causado (*Presencia*, 8/9/00: 10). El juez instructor designado para calificar la causa señaló que "los fundamentos esgrimidos (...) no están debidamente sustentados,

---

[1] Significa que durante todo el proceso de la producción, el producto tiene que estar exento del uso de fertilizantes y otros productos que puedan contaminar, cumpliendo normas que rigen en países europeos.

(...) en términos indiciarios, para establecer mayores elementos de convicción" remitiendo con esta finalidad el caso a la Dirección de la Policía Técnica y Judicial para obtener un informe preliminar.

Los querellados no se presentaron para conocer los motivos de la demanda, pero solicitaron la revocatoria del auto inicial del proceso. De este modo, en procura de encontrar indicios que respalden dicha acusación, Riglos recurrió a varias instituciones civiles que instaron a las autoridades jurídicas a mantener estricto apego a la legislación vigente y velar por el resguardo de los intereses de la región, del país y de su capital humano afectado. De todas maneras, el 28 de septiembre de 2000 el juez terminó rechazando la apertura de la causa. La propietaria continúa recogiendo indicios para que se reabra el proceso, aunque asegura que "todo el proceso ha estado inclinado a favorecer a la empresa por las influencias que mueve".

4.6.2. Chuquiña y Japo

La mayor dificultad fue el alejamiento del proceso del conflicto de las comunidades Chuquiña y Japo, y en particular la decisión de enfrentar a la empresa por la vía judicial, exigiendo una indemnización que cubra todo el daño ocasionado a corto, mediano y largo plazo. Estas comunidades manifestaron su desacuerdo con las acciones e imposiciones de la empresa contenidas en el "famoso" convenio marco: "no se trata de firmar cualquier documento, no es cualquier documento, compañeros, es un documento enteramente jurídico, no es técnico" (Foro Rocha).

Las comunidades se documentaron sobre el derrame porque sabían que eso significaba contar con pruebas de lo ocurrido:

> Chuquiña tiene ocho videos de cada etapa, de aire y también de la tierra, hemos hecho un gasto realmente grande, hemos hecho análisis de laboratorio, justamente con el comité cívico departamental que ha invitado a una institución internacional, pues la empresa ha intentado no solo minimizar el hecho sino que hacer desaparecer las pruebas (Ibid.).

El proceso judicial es un recurso que está contemplado en la ley, aunque en la mayoría de los casos no se ha llevado a efecto; estas dos comunidades han dado este paso con la esperanza de que el resto de las comunidades los apoyaran y tomaran conciencia para unificarse. Así, señalaban:

> De aquí en adelante lo que nos llama es la unidad y el problema de marchar compañeros en una sola dirección en contra de este gobierno, en contra de Transredes y exigir al gobierno también. Porque de la dirección de la prefectura a partir del derrame la verdad ha habido negligencia (Foro El Choro).

Los habitantes de La Joya retuvieron a tres técnicos como rehenes para garantizar la solución del impacto ambiental. El compromiso que asumió Transredes de remediar y compensar los daños permitió la liberación de los técnicos, sin embargo los comunarios advirtieron que adoptarían otras medidas de presión si la empresa no cumplía (*La Prensa*, 9/02/2000).

Las acciones asumidas por Chuquiña tenían como antecedente el enfrentamiento con la empresa Inti Raymi; en ese sentido sus autoridades asumieron la representación de la comunidad, con el fin de obtener una compensación justa de Transredes por la contaminación y los daños ocasionados en sus bienes. La comunidad de Japo, aunque no tenía experiencia en conflictos ambientales, adoptó la posición de Chuquiña, y entre ambas se prepararon para enfrentar a la empresa en un litigio. De esta manera, sus representantes buscaron asesoramiento legal y técnico de diferentes medios, pero fundamentalmente se apoyaron en instituciones civiles preocupadas por temas ambientales. La resistencia de estas comunidades, que las excluyó de todo el proceso seguido por el resto, tuvo su inicio cuando se negaron a firmar el convenio marco y evitaron que se comenzara con la limpieza del petróleo derramado en sus terrenos. Inicialmente habían demandado la dotación de forraje:

> Hemos logrado sacar una resolución ministerial, ya en base a la ley, nos han indicado que la ley debe ir adelante (...) salió una resolución ministerial que deberían dotarnos de forraje a Chuquiña y a Japo más de cinco mil toneladas, compañeros ni eso alcanza, 30 mil cabezas hay en Chuquiña, cuánto podría ser, ¿a medio kilo?, ¿a cuarto kilo, compañeros?, a 400 gramos de forraje por día, es decir 400 por cordero, que no es suficiente en un mes come mucho más, al último nos ofrece 0,03 gramos de forraje por cada ganado, y Chuquiña no ha recogido (Foro Rocha).

Fue después de diez meses del derrame que recién se limpió en estas comunidades, gracias a la intervención de las autoridades departamentales que hicieron notar los efectos que podría ocasionar en los asentamientos río abajo, durante la etapa de lluvia que se asomaba:

> No dejaban recoger las bolsas de petróleo, ni las manchas, ...se ha esperado a que se llegue a un acuerdo que no se ha podido, ...entonces se ha tenido que aplicar la Ley y exigirles que se tiene que recoger, porque sino ellos van a infringir una parte de la Ley, donde dice que la contaminación de fuentes de agua en forma intencional, provocando un daño a las comunidades constituye un delito grave, y eso es lo que hubieran estado haciendo ...Ellos ya serían lo transgresores ... con el fiscal se ha procedido para ese trabajo (Oficina de Medio Ambiente).

Estas dos comunidades fueron objeto de evaluación por la empresa Transredes y también por un evaluador independiente, aunque no culminaron todo el proceso de compensación por las relaciones conflictivas y las exigencias que cada parte demandaba a la otra. En el caso de Chuquiña, la evaluación independiente, realizada por el Ing. Ricardo Ledo, obtuvo un monto de $us 28.632,18, pero el monto finalmente acordado fue de $us 25.000,00 (87%). En Japo, el mismo evaluador concluyó con un monto de 67.185,00, pero finalmente se acordó la suma de 12.832,00, sólo el 19%.

4.7. Convenio de transacción

Una vez terminadas las evaluaciones de la empresa y de los evaluadores independientes de las comunidades, el siguiente paso fue ponerse de acuerdo sobre los montos económicos que correspondería a cada comunidad. Las transacciones terminaron favoreciendo generalmente el criterio de la empresa, de minimizar los montos presentados por los evaluadores. Este hecho suscitó conflictos entre la comunidad y los evaluadores, que no hacían prevalecer el documento de su evaluación. En el caso de Chuquiña se terminó desconociendo la labor del evaluador Ricardo Ledo, al ver que no satisfacía las espectivas de la comunidad. Éste no entregó el documento a las autoridades de la zona, pero Transredes sí estaba al tanto del documento y lo manejaba como evaluación oficial de la comunidad. Curiosamente, después de lo ocurrido, Ledo comenzó a trabajar con la transportadora (entrevista con el Sr. Eugenio Huaygua).

El siguiente paso fue obligar a las comunidades a firmar el convenio con CARE, institución encargada de fiscalizar los montos de compensación destinada a la realización de los proyectos comunales. Una de las vías de solución fue la compensación económica por los daños en los ecosistemas en las comunidades afectadas; otra solución, temporal, es la compensación en especie, así CARE manifestaba que:

> ...se puede hacer proyecto comunitario o podemos hacer compensación en especie, cuando hacemos ésta, la comunidad decide dividirse en dinero, es más o menos eso, los afectados se dividen el

dinero y cada quien elige lo que va a hacer con ese dinero, como CARE tenemos un equipo profesional y les orientamos de la mejor manera, buscamos, si quieren comprar animales les recomendamos qué animales comprar, qué tipo, les recomendamos, no les obligamos, si quieren comprar semilla, les indicamos dónde pueden comprar la mejor semilla y si hay la necesidad de capacitar a la gente se les capacita (Foro CARE).

Los resultados de la evaluación independiente de la comunidad deberían ser confrontados con los resultados de la evaluación de Resolve o Polaris. Este cotejo, de haber ocurrido, fue informal por cuanto no se vio ninguna documentación imparcial con relación a este proceso. En las minutas de reunión aparecen solamente los datos del evaluador de Transredes. Además, los montos de Resolve nunca han estado por encima de las cifras del evaluador independiente de la comunidad porque normalmente sólo reconocen los daños directos a forrajes y cultivos agrícolas y en muy raras excepciones los de otros factores afectados, especialmente la ganadería.

El caso de Polaris es distinto, porque los datos de sus cuadros de cálculo de pérdidas son más objetivos en el análisis, lo que hace que los montos reconocidos sean bastante próximos —algunas veces iguales— a las del evaluador independiente de la comunidad. Pero de todos modos, el criterio de reconocer solamente los daños directos del derrame conduce a que no se reconozcan los resultados de los evaluadores independientes, quiénes por su parte tampoco han insistido en defender los resultados de su valoración.

La compensación, en los hechos, se definió en la negociación directa Transredes-comunidad, donde los criterios técnicos se utilizaron en la medida que eran favorables a la empresa. Si la comunidad persistía en sus demandas y mostraba cierta capacidad de presión, la empresa "no se hacía problema" para fijar arbitrariamente cualquier cifra hasta llegar a un acuerdo.

En los casos específicos de las comunidades estudiadas se observó el siguiente proceso:

Huancaroma. Después de la discusión entre los evaluadores, tanto de Transredes (Resolve) como los independientes, se firmó la minuta de acuerdo por $us 11.675 en compensación por daños en praderas nativas, forrajes cultivados y cultivos agrícolas; no se reconoció afectación en ganado porque no existía evidencia veterinaria. En principio, la comunidad no aceptó este convenio porque lo consideró insuficiente e inició el reclamo correspondiente. Pero como no obtuvieron ninguna respuesta, los comunarios firmaron el convenio de transacción, con la condición de que se tomara en cuenta la

recomendación de la auditoría ambiental. Del monto total cuantificado por el evaluador independiente solamente se compensó un 29,20 por ciento.

La comunidad de Toma Toma tuvo muchas dificultades para llegar a un buen convenio de transacción. En principio, la empresa los presionó para firmar el convenio marco con la promesa de limpiar las praderas afectadas, que eran extensas, y que suponía empleo para la población con remuneraciones relativamente altas (Bs 40 por día). Posteriormente, los evaluadores se pusieron de acuerdo en el monto de compensación, que era $us 176.863,83. No obstante, Transredes desconoció la minuta de conformidad de ambos evaluadores y la comunidad. Tampoco dio una explicación razonable de ese desconocimiento. Transredes atendió la solicitud de la comunidad, con la condición de iniciar de cero las negociaciones con un nuevo evaluador de Transredes, esta vez, Polaris. Finalmente se llegó a un acuerdo entre evaluadores, aceptando la comunidad la suma de $us 97.070, de los cuales correspondía a cada familia $us 2.022,29. Del monto total evaluado solamente se reconoció el 26,4% por concepto de afectación en praderas nativas y ganadería.

En el caso de Chuquilaca no hubo reuniones con el evaluador independiente, la negociación fue directa entre Transredes y la comunidad. El monto ofertado y aceptado por la comunidad fue $us 42.455, pero no se sabe por que conceptos. Equivale al 39,50% del monto total evaluado.

El monto de transacción en todas las comunidades ascendió a $us 1.190.765,55 en los 39 convenios firmados por la comunidad y Transredes. Sin embargo, Transredes gastó en todo el proceso alrededor de $us 46.232.131, por lo que la compensación significó solamente 2,58% de su gasto total.

4.8. Convenios de compensación

A partir del resultado de las evaluaciones independientes se entabló la fase de negociación entre los evaluadores y la empresa, en algunos casos tomando en cuenta a los representantes de la comunidades. Una vez concluida la etapa de negociación, se procedía a firmar otro documento en el que se establecía un monto de compensación. Las comunidades firmantes pasaban a manos de CARE, que se encargaba de la administración del monto asignado.

La etapa de compensación trajo como consecuencia desconfianza y descontento en los comunarios por la tardanza de soluciones, pero también frustración por no haber obtenido lo previsto por sus evaluadores independientes:

> Como con 15 mil, con 10 mil dólares vamos a hacer un proyecto social compañeros, qué proyecto social va alcanzar eso compañeros, eso si que va a alcanzar para sus gastos de pasajes, de estadía, como dice el documento, para nada más y después no va a llegar nada a las comunidades campesinas (Foro- Rocha).

En un principio, las comunidades tenían la seguridad de recibir la compensación de forma directa, es decir percibir las compensación en dinero en efectivo, pero no fue así:

> Los fondos van a ser manejados de manera conjunta, los que van a emitir los cheques, los que van a girar los cheques van a ser los comunarios, pero van a caminar junto con nosotros, eso sí, nosotros vamos a supeditar el gasto del dinero (Foro CARE).

4.8.1. Compensación en especie o en proyectos comunales

Las comunidades estudiadas recibieron la compensación en especie. Huancaroma recibió herramientas, un tractor comunal y semillas (pastos introducidos). Chuquilaca recibió un tractor, herramientas y semillas (alfalfa). En cambio, Toma Toma, además de recibir compensación en especie —ganado ovino mejorado y herramientas—, también recibió compensación con un proyecto comunal de electrificación, aunque de inversión compartida con la Fundación Inti Raymi.

4.8.2. Debilitamiento de las organizaciones comunales

Una vez conocidos los montos de compensación, muchas comunidades manifestaron su desacuerdo por las diferencias en los montos asignados, provocando una serie de conflictos entre comunarios y representantes de la comunidad, con el consecuente fraccionamiento y debilitamiento de las organizaciones locales de las comunidades. Durante un Foro realizado en El Choro, con la asistencia masiva de comunidades, se insistió en la unificación de éstas para enfrentar a la empresa y allí surgió un documento en apoyo de esta moción, pero ya varias comunidades habían sido compensadas y otro tanto se encontraba en proceso de recibir la compensación, por lo que fracasó.

Ante los reclamos de las comunidades, la empresa trató de callarlas dándoles dinero o especies. Asimismo, algunos representantes habrían recibido dinero para "dejar pasar" algunas acciones de Transredes con las que comunidades no estaban de acuerdo.

4.9. CARE

Transredes contrató a CARE[2] como administradora de la compensación económica a las comunidades, una vez firmados los convenios de transacción y de compensación.

En realidad, Transredes eligió a CARE sin dar lugar a la intervención de las comunidades, y por eso éstas rechazaron su participación en el manejo de la compensación, además de que habrían preferido disponer de las asignaciones en efectivo, aspecto que no coincidía con el plan de Transredes.

Transredes transferiría la compensación a una cuenta bancaria a nombre de CARE y de la comunidad, lo que impediría que ésta pueda disponer del dinero en forma directa; el dinero debía invertirse en un proyecto comunitario o entregarlo en especie. La función de CARE es de apoyar la elaboración de proyectos que beneficien a la comunidad y colaborar hasta la culminación del mismo. Cuando los comunarios deseen adquirir ganado semillas, maquinaria, electrificación, etc., ésta "facilitará, apoyará y orientará" para la adquisición más favorable para la comunidad. CARE también puede buscar otros fondos adicionales para la ejecución de proyectos, ya sea por medio de los municipios con los fondos de coparticipación. Es notorio que CARE, si bien fue contratada por Transredes, descontó sus gastos de los montos de compensación.

5. Expectativas en torno a la auditoría ambiental

Todos los actores involucrados en el conflicto socioambiental del río Desaguadero, hasta la conclusión de esta investigación, se encontraban en espera de los resultados de la auditoría ambiental, que de alguna manera definiría la responsabilidad de Transredes sobre el desastre ecológico, así como las sanciones que deberían ser aplicadas por la negligencia durante el desarrollo del conflicto.

Pese a que existen estas expectativas, los actores no se fían en la objetividad y ética de las instituciones que han ejecutado la auditoría, porque existe una relación de dependencia hacia Transredes, que finalmente ha financiado el pago de la auditoría.

---

[2] Organización no gubernamental con personería jurídica aprobada mediante acuerdo marco de 15 de enero de 1999 suscrito con el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto de Bolivia, representada legalmente por el Director para Bolivia Jan Schollaert, quien a su vez, mediante poder notarial 190/2000 de fecha 15 de septiembre de 2000 delega a Carlos Yujra las facultades para suscribir este tipo de convenios, en el marco del Programa de Apoyo a los afectados por el derrame de petróleo en la Cuenca del río Desaguadero.

Recién después de un año del derrame, algunas organizaciones desarrollaron acciones de apoyo a las comunidades, expresando su protesta por el tiempo transcurrido y la falta de soluciones concretas. Así, Fobomade lanzó una campaña publicitaria de concientización a la población regional y nacional, con el objetivo de dar a conocer el trasfondo de las acciones de Transredes.

6. La dinámica del proceso

Por la forma en que participaron los actores del conflicto y la sorpresa que causó el derrame de petróleo en el río Desaguadero, se ha denominado a la primera etapa de iniciación. En ésta, Transredes se preocupó por demostrar su poderío económico; los reguladores buscaron justificar sus cargos, nada más; y los afectados se mostraron desconcertados por la falta de autoridad y organización para defender sus derechos.

En esta primera etapa hubo gran inquietud entre los actores por buscar las causas del derrame de petróleo, pero no se llegó a establecer de manera oficial la fecha y tampoco la cantidad de crudo derramado. Quedó también al descubierto un alto grado de desinformación sobre el fenómeno y de desconocimiento de la legislación vigente referida a la contaminación ambiental. Por esto, las autoridades de gobierno incurrieron en incoherencias en sus apreciaciones acerca de las sanciones y procedimientos que debían seguirse.

Entre marzo y mayo, de acuerdo a la cobertura periodística de ese periodo, hubo un alto grado de participación de los afectados, que reaccionaron ante la negociación propuesta por Transredes. Ésta, a través de sus ejecutivos, se compromete a resarcir los daños ocasionados y compensar las comunidades afectadas por el derrame. Es entonces cuando sociólogos, antropólogos, médicos y veterinarios contratados por la empresa realizan un trabajo "hormiga" para convencer a los comunarios para firmar convenios parciales de compensación con cada una de las comunidades; consiguen la firma de más de 100 convenios marco. Paralelamente, continuaron con la limpieza, pese a que no existía un visto bueno de los reguladores. Aun así, finalizada esta etapa, se abrieron ríos y lagos para uso agropecuario.

Facilitó de gran manera en la negociación y firma de convenios el hecho de que la mayor parte de los comunarios participara de las labores de limpieza, percibiendo salarios "nunca soñados" (*La Patria*, 26/02/2000). Sin embargo, se denunciaron también acciones de presión y chantaje con la provisión de forraje. Es destacable la acción de las

comunidades Chuquiña, Japo y la de los Uru Muratos en pos de lograr un convenio de mutuo acuerdo y no por imposición, como muchos de los convenios firmados por Transredes con otras comunidades.

En la etapa denominada de maduración se tomaron decisiones finales; la confrontación se tornó "abierta" cuando las interacciones entre empresa y afectados se hace pública, y estos últimos toman conciencia del papel que debían desempeñar en el curso del conflicto.

Ante esta reacción, Transredes lanzó una nueva campaña comunicacional que buscaba destacar su accionar en el trabajo de limpieza. También demostrar, desde el punto de vista técnico, que el petróleo derramado ya no presentaba riesgos para el medioambiente, presentando análisis de muestras en las que no aparecía ningún elemento tóxico. Esta actitud ciertamente obedecía a una estrategia de manejo de conflicto.

Luego Transredes transfiere su responsabilidad a CARE con el fin de evitar la confrontación social, y le encarga la ejecución de obras sociales como compensación a las comunidades afectadas.

Un acontecimiento sobresaliente en el proceso del conflico fue la multa impuesta por la Superintendencia de Hidrocarburos por la falta de mantenimiento en el ducto del sector OSA-II en el que se produjo el derrame. La investigación realizada por la Superintendencia estimaba que la tubería se había caído de su soporte unos meses antes de la crecida del río. La multa, que ascendió a la suma de Bs 710.000, no contemplaba daños ambientales.

Una cuarta etapa, de fiscalización, denotó un descenso en la intensidad del conflicto, solamente los reguladores y los afectados protagonizan acciones relevantes de seguimiento y control de las actividades de la auditoría ambiental, y la resolución de los procesos judiciales.

A requerimiento de los afectados se logró el nombramiento de dos profesionales para la fiscalización de la auditoría y se analizaba la posibilidad de crear una unidad de fiscalización con el mismo objetivo. Paralelamente, han continuado las denuncias de incumplimiento en la limpieza del crudo y también de los efectos de la contaminación, como el nacimiento de animales con malformaciones y la muerte de ganado por consumo de agua y forraje contaminado.

No ha habido formalidad en la elaboración del informe de auditoría ambiental ni en la confección de la reglamentación y establecimiento de los Consejos Departamentales

del Medio Ambiente. También se ha incumplido, en forma evidente, en la limpieza de petróleo en el sector de Chuquiña.

6.1. Análisis legal del proceso de compensación

La Ley 1257, que ratifica el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), señala que los pueblos deben percibir una indemnización equitativa por cualquier daño que puedan sufrir como resultado de las actividades de hidrocarburos. Asimismo, el Código Civil en su artículo 998 indica que quién en el desempeño de una actividad peligrosa ocasione a otro un daño está obligado a la indemnización, siempre y cuando los damnificados no tengan culpa alguna.

Transredes realizó su negociación con los representantes de las comunidades presumiblemente afectadas en el marco del Código Civil, que es el cuerpo de leyes que rige las relaciones entre particulares.

Con relación al convenio marco, entre marzo y diciembre de 2001, se firmaron 42 convenios y 2 acuerdos con las comunidades afectadas. El último convenio fue con Sica Umalaca (Chuquiña). Los convenios fueron elaborados por Transredes sin la intervención de los representantes de las comunidades afectadas. Como no fue un documento acordado libremente entre las partes, en igualdad de condiciones, las comunidades han debido sujetarse a la decisión de Transredes para que la compensación se efectúe en especie o en proyectos.

El acta del convenio marco también fue elaborada por Transredes. Ésta determinaba la contratación de evaluadores independientes, que fue discrecional, y no existieron términos de referencia para la evaluación de los impactos del derrame, solamente se estudiaron los efectos directos. Por otro lado, el plazo para las actividades de evaluación fue muy corto y en ningún caso permitió establecer con seriedad los daños y perjuicios "sociales y ambientales", menos establecer un monto de compensación medianamente justo.

El acta condicionó a las partes a reconocer y aceptar sin discusión la decisión conciliada; de lo contrario, se buscaría la mediación o el arbitraje. Esta imposición era una especie de amedrentamiento tanto para el evaluador como para la comunidad. El primero temía no recibir su pago si no conciliaba sus criterios con el evaluador de Transredes, y los comunarios no querían llegar a otras instancias. Finalmente, el documento establecía un término de 10 días para hacer efectiva la compensación, sin embargo, ese plazo en la generalidad de los casos no se ha cumplido.

En lo que se refiere a las fichas de reclamo, su llenado fue una condición fundamental para acceder a la evaluación de las tierras y ganado afectados. Transredes encomendó a los CLO's, el asesoramiento técnico para su llenado. No obstante, como muchos de los pobladores no sabían leer ni escribir, les fue muy difícil llenarlas. Las familias que no lo hicieron no fueron objeto de evaluación.

Además, cabe señalar que los honorarios de los evaluadores independientes estaban sujetos al número de fichas de reclamo atendidas, la superficie afectada de la comunidad y si ésta era conflictiva o no.

6.2. Análisis del convenio de transacción entre Transredes y las comunidades

El convenio suscrito entre Transredes y CARE tenía el objetivo de mejorar las condiciones de vida de los pueblos, las comunidades indígenas originarias y los municipios asentados dentro de los 50 km del área que ocupa la empresa, mediante proyectos y programas de inversión social. Luego firma un convenio para el proceso de compensación, donde unilateralmente determina modos y mecanismos de compensación a las comunidades afectadas, incorporando a CARE en la relación que inicialmente era de carácter bilateral.

Para la firma del convenio transaccional era requisito indispensable la aceptación de CARE como parte del proceso de compensación. Transredes entregaba el monto de la compensación directamente a CARE para que ésta administre el dinero a nombre de las comunidades y lo destine a la compensación en especie o en proyectos elaborados por CARE.

En la quinta cláusula se establecía el reconocimiento de la capacidad a las partes siempre y cuando éstas declarasen que el convenio transaccional comprendía todos los daños y perjuicios causados por el derrame y que "renunciaban" o "acordaban" no realizar ninguna acción de reclamo, demanda, querellas o denuncia. Estos aspectos, como otros, fueron objeto de serias observaciones por parte de los representantes de las comunidades, no obstante, Transredes no las consideró. Al final del documento existe un párrafo expreso sobre la aceptación por parte de Transredes de los resultados y recomendaciones que realice la auditoría ambiental. Sin embargo se debe considerar que la auditoría no es juez ni autoridad.

6.3. Ejecución de proyectos de desarrollo comunitario o compensación en especie

En el convenio se establecía que CARE administraba los montos de la compensación y además ejecutaba proyectos de desarrollo comunitario o compensación en especie. Mediante una cláusula, las comunidades firmantes eximían a CARE de responsabilidad por reclamos legales relativos a los proyectos, a la vez que se otorgaban garantías para la ejecución normal de los proyectos de desarrollo. La desventaja estaba en el hecho que las comunidades se sometían a un ente sin derecho a reclamos, observaciones, menos modificaciones.

7. La legislación relativa al conflicto

7.1. Marco jurídico

Las bases del análisis legal sobre la contaminación del medio ambiente tienen dimensión nacional e internacional.

En el ámbito internacional, el interés sobre el medio ambiente cobró importancia en la década de los sesenta, y a partir de esa época la preocupación por su preservación se traduce en leyes y acciones. El primer instrumento internacional que relaciona al medio ambiente con los pueblos indígenas es el Convenio 169 de la OIT aprobado el 27 de junio de 1969, en él se demanda que los Estados tomen "medidas especiales" para proteger el medio ambiente de los pueblos indígenas. En 1972 la Organización de Naciones Unidas emite uno de los primeros documentos de la legislación ambiental internacional, conocido como la "Declaración de Estocolmo sobre el medio ambiente humano", en el que se reconoce la conexión existente entre los derechos humanos y el medio ambiente:

> El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas, en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar.

En el marco jurídico nacional, la Constitución Política del Estado es la norma que consagra y garantiza los derechos fundamentales, entre ellos el derecho al medio ambiente sano, (art. 7, inc. a). Por otra parte, la Constitución también reconoce el Convenio 169 de la OIT en el art. 171: "Se reconocen, respetan y protegen en el marco de la ley, los derechos sociales, económicos y culturales de los pueblos indígenas que habitan en el territorio nacional..."

La Ley Nº 1333 del Medio Ambiente, aprobada en abril de 1992, constituye el conjunto de normas que en forma estructural y sistematizada rige la preservación del medio ambiente:

> Art. 1: La presente ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población.

El mejoramiento de la calidad de vida de los bolivianos se orienta en la política nacional ambiental (art. 5), a partir de acciones gubernamentales que garanticen la calidad ambiental urbana y rural, la promoción del desarrollo sostenible con equidad y justicia social, tomando en cuenta la diversidad cultural del país, así como la conservación de la diversidad biológica, garantizando la disponibilidad a largo plazo de los recursos naturales renovables; la incorporación de la dimensión ambiental en los procesos de desarrollo así como en los de educación; el fomento de la investigación científica y tecnológica; el ordenamiento territorial, apoyo al desarrollo de planes y estrategias ambientales del país, priorizando la elaboración y mantenimiento de cuentas patrimoniales y la compatibilización de políticas nacionales con las tendencias ambientales internacionales. Para la instrumentación y aplicación de la ley del medio ambiente, se promulgó el Decreto Supremo No. 24.176/95 que puso en vigencia los reglamentos de la ley del medio ambiente: reglamento de gestión ambiental, prevención y control ambiental, contaminación atmosférica, de contaminación hídrica, actividades con sustancias peligrosas y gestión de residuos sólidos.

7.2. Normativa ambiental relacionada al derrame de petróleo

La Ley del Medio Ambiente establece que el medio ambiente y los recursos naturales constituyen patrimonio de la nación, y que el Estado y la sociedad tienen el deber de garantizar a toda persona un ambiente sano para el desarrollo de sus actividades. Para alcanzar este cometido se debe buscar el control de calidad ambiental, referido a la conservación, restauración y regulación de la utilización del medio ambiente, previniendo y controlando actividades que conlleven efectos nocivos y peligrosos para la salud y/o deterioren el medio ambiente.

Por su parte, el crudo de petróleo, causante del daño ambiental, es un recurso energético esencial. La misma norma legisla su explotación y aprovechamiento bajo medidas de protección y cuidado del medio ambiente:

> (...) Las actividades hidrocarburíferas, realizadas por YPFB y otras empresas, en todas sus fases, deberán completar medidas ambientales de prevención y control de contaminación, deforestación, erosión y sedimentación, así como de protección de la flora y fauna silvestre, paisajes naturales y áreas protegidas.
> Asimismo, deberán implementar planes de contingencia para evitar derrames de hidrocarburos y otros productos contaminantes (art. 73).

El derrame de petróleo en nuestra área de estudio es un factor causante de la degradación del medio ambiente puesto que, como indica el artículo 20, se contaminaron aire, aguas, suelo y subsuelo produciendo "alteraciones nocivas de las condiciones hidrológicas y edafológicas..." (b), pudiendo considerarse una acción indirecta de "deterioro ambiental en forma temporal o permanente, incidiendo sobre la salud de la población" (e). Con este antecedente, se puede afirmar que corresponde una acción del Estado, como indica el artículo 79:

> El Estado a través de sus organismos competentes ejecutará acciones de prevención, control y evaluación de la degradación del medio ambiente que en forma directa o indirecta atente contra la salud humana, vida animal y vegetal. Igualmente velará por la restauración de las zonas afectadas...

El marco institucional definido por la Ley del Medio Ambiente y la Ley de Organización del Poder Ejecutivo determina que las autoridades ambientales competentes son de carácter nacional, departamental y local. En el ámbito nacional, la autoridad ambiental competente (AAC) es el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, que ejerce sus atribuciones a través del Viceministerio de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Desarrollo Forestal. Por su parte, el Ministerio de Desarrollo Económico, a través del Viceministerio de Energía e Hidrocarburos, se constituye en el organismo sectorial competente (OSC). Ambas tienen la función de fiscalización de las actividades (procesos de seguimiento y control ambiental) relacionadas con el medio ambiente y recursos naturales, así como la de emitir normas técnicas de para la prevención y control de la contaminación. Otro ente que opera en el ámbito nacional es la Superintendencia de Hidrocarburos, responsable de otorgar concesiones, autorizaciones y registros y de vigilar el cumplimiento de las obligaciones y derechos de los concesionarios.

En el ámbito departamental, la Prefectura es la autoridad competente en la gestión ambiental; ejerce sus funciones mediante la Dirección de Desarrollo Sostenible, que ejerce la fiscalización y control de actividades relacionadas al medio ambiente y vigila la

contaminación hídrica, atmosférica y acústica, contaminación de suelos y la sobrexplotación de los ríos.

En lo local, es el Gobierno Municipal que, en el marco de su competencia, realiza las mismas actividades y busca hacer cumplir la normativa ambiental.

Las contravenciones a la ley medio ambiental se consideran infracciones administrativas, pero también son susceptibles de acciones civiles y penales cuando afectan la salud y seguridad de las personas, convirtiéndose en delitos, de acuerdo a los artículos 99 al 115 de esta ley.

El derrame de petróleo en nuestra área de estudio entra en la tipificación de delito ambiental, en concordancia con lo que establece el artículo 103 de la ley:

> Todo el que realice acciones que lesionen, deterioren, degraden, destruyan el medio ambiente o realice actos descritos en el articulo 20, según la gravedad del hecho, comete una contravención o falta que merecerá la sanción que fija la ley.

Asimismo, al artículo 105 establece que:

> Comete delito contra el medio ambiente quien infrinja los incisos 2 y 7 del art. 216 del Código Penal. Especialmente cuando una persona: a) Envenena, contamina o adultera aguas destinadas al consumo público, al uso industrial agropecuario o piscícola, por encima de los límites permisibles a establecer en la reglamentación respectiva...

La ley considera que los delitos tipificados son de orden público y deben ser procesados en la justicia ordinaria de acuerdo al Código Penal y su respectivo procedimiento penal; también se hace referencia a las sanciones a funcionarios públicos cuando éstos encubren o son cómplices de contravenciones o faltas tipificadas por ella.

Los reglamentos general, de gestión ambiental, de prevención y control ambiental, y de contaminación hídrica, coadyuvantes a la Ley del Medio Ambiente, son los que tienen directa relación con el tema del derrame.

El Reglamento de Gestión Ambiental enfatiza que los delitos ambientales deben ser sancionados de acuerdo a lo dispuesto por la ley, el código penal y su procedimiento; para este efecto la autoridad ambiental competente debe denunciar los hechos ante la Fiscalía y constituirse en parte civil o querellante, y los responsables de los daños ambientales están en la obligación de reparar y compensar por dichos daños, aun después de finalizada la acción del deterioro ambiental. El Reglamento de Prevención y Control Ambiental, en concordancia con el anterior, establece las competencias de la autoridad

ambiental, obligándolos en situaciones de emergencia ambiental a constituirse en denunciantes y parte de los procesos que correspondan; la importancia de este reglamento radica en que introduce normas relativas a las auditorias ambientales que se hallan previstas en el proceso administrativo y que son requeridas para evaluar los daños e impacto ambiental de la contaminación.

El Reglamento en materia de Contaminación Hídrica determina las obligaciones ineludibles de prevención y control en la eventualidad de contaminación para las prefecturas y los gobiernos municipales, la procedencia de declaratoria de emergencia hídrica y la prosecución de acciones legales correspondientes. La importancia técnica de este reglamento está en el establecimiento de parámetros máximos admisibles en cuerpos receptores, así como los procedimientos de control de calidad del agua.

El reglamento para el sector de hidrocarburos establece los planes de contingencia para derrames de petróleo, como un requisito de la responsable de actividades petroleras que debe integrar el estudio de evaluación del impacto ambiental (EEIA) o el manifiesto ambiental (MA), además de incluir normas técnicas relacionadas a la seguridad en las operaciones del transporte de hidrocarburos.

La problemática ambiental está contenida en un gran número de normas, leyes y disposiciones, por ello, el derrame de petróleo puede someterse a discusión a partir de distintas normas, como la del régimen de transferencia del sector de hidrocarburos a las empresas mixtas, las leyes de capitalización, de descentralización, municipal, de participación popular, etc., que establecen jurisdicción sobre temas ambientales. Pero la norma más importante en este caso es la contenida en el Código Penal referida a los delitos contra la salud pública: "Incurrirá en privación de libertad de uno a diez años el que envenenare, contaminare o adulterare aguas destinadas al consumo público, al uso industrial, agropecuario y piscícola" (art. 216).

El derecho civil, como conjunto de normas jurídicas que rigen los actos jurídicos privados relacionados a la persona y a su patrimonio, tiene relación respecto a los daños ocasionados por la contaminación que han afectado los bienes de propiedad de los afectados.

7.3. El efecto del daño ambiental en el aspecto socioeconómico

Habiendo considerado la normativa relacionada al componente ambiental, consideramos necesario efectuar una revisión general de la normativa relacionada al daño

ambiental en el componente social y económico de la población afectada, con el propósito de realizar una evaluación integral.

Volviendo al Convenio No. 169 de la OIT, ratificado en Bolivia por la Ley No. 1257, en sus artículos 1, 2, 4, 14 y 15 dice que en países independientes, la legislación nacional debe reconocer los mismos derechos y oportunidades a los pueblos considerados "indígenas" que a los demás miembros de la población, por lo que el gobierno debe promover medidas que efectivicen los derechos sociales, económicos y culturales, respetando su identidad social y cultural, adoptándose las medidas especiales que se precisen para salvaguardar las personas, las instituciones, los bienes, el trabajo, las culturas y el medio ambiente de los pueblos que habitan determinado territorio nacional, garantizando, además, los derechos de propiedad y posesión de las tierras que ocupan tradicionalmente. Los pueblos tienen derecho de participar de la utilización, administración y conservación de los recursos naturales, en el caso de los hidrocarburos, deben participar siempre que sea posible de los beneficios que reporten estas actividades y percibir una indemnización equitativa por cualquier daño que puedan sufrir como resultado de esas actividades.

La Ley No. 1715 del Servicio Nacional de Reforma Agraria (INRA) garantiza el derecho propietario sobre la tierra, estableciendo una clasificación de la propiedad agraria en solar campesino, pequeña propiedad, tierras comunitarias de origen y propiedades comunarias, sujeta al cumplimiento de la función social. El reglamento de la ley INRA especifica la función social, cuando las tierras están destinadas a lograr el bienestar familiar o el desarrollo económico de los pueblos y comunidades indígenas, campesinas y originarias, de acuerdo a la capacidad de uso mayor de la tierra.

El código civil, en la perspectiva social, es la base legal para la suscripción de contratos en la que las partes contratantes determinan libremente el contenido de los contratos que celebren, siempre y cuando se subordinen a los límites impuestos por ley; los contratos sólo tienen efecto entre las partes y no dañan ni aprovechan a terceros sino en los casos que prevé la ley; en este sentido, la interpretación se debe efectuar por la totalidad de las cláusulas atribuyendo a cada una el sentido resultante del conjunto del acto. Si el contrato se hubiera suscrito con desproporción entre las prestaciones de una parte respecto de la otra, y se hubiese explotado necesidades apremiantes, ligereza o ignorancia de la parte perjudicada, el código prevé la rescisión del contrato por efecto de lesión; interpretándose de que si una de las partes era incapaz de querer o entender en el

momento de celebrarse el contrato siempre que resulte mala fe en la otra parte, apreciada por el perjuicio que se ocasione a la primera, según la naturaleza del acto o por otra circunstancia, el contrato puede ser anulable. En los contratos transaccionales se dan concesiones recíprocas para dirimir derechos de cualquier clase y se restringe exclusivamente a la cosa u objeto materia de ella, transigir sobre derechos o cosas que no pueden ser objeto o materia de contrato tiene sanción de nulidad. También el código civil dispone que quien con un hecho doloso o culposo, ocasiona a alguien un daño injusto, queda obligado al resarcimiento, del mismo modo, quién en el desempeño de una actividad peligrosa ocasione a otro un daño, está obligado a la indemnización sino prueba la culpa de la víctima.

La Ley No. 1770 de Arbitraje y Conciliación establece medios alternativos de solución de controversias susceptibles de transacción y puede ser adoptada por las personas naturales o jurídicas como referente en una iniciativa de conciliación. En los artículos 3 y 9 se menciona que en las controversias que se resuelvan con la aplicación de esta ley, sólo tendrá competencia el tribunal arbitral correspondiente y ningún otro tribunal o instancia podrá intervenir; el procedimiento concluye con la suscripción del acta de conciliación en la que se especifica derechos y obligaciones de las partes. El acta de conciliación surte los efectos jurídicos de la transacción y tiene entre las partes la calidad de cosa juzgada para fines de ejecución forzosa (artículos 87 y 92).

Sin embargo, antes de evaluar las alternativas de las que han hecho uso los actores del conflicto ambiental, debemos tener en cuenta las estrategias usadas por cada uno: empresa, comunidades y autoridades. Transredes, al ser concesionaria de transporte de hidrocarburos por ductos, prevista por la Ley No. 1689 de Hidrocarburos, está obligada, de acuerdo al art. 36, a la preservación del medio ambiente. Pero en el desarrollo del conflicto esta empresa se ha negado a proporcionar información de las características técnicas del hecho, ignorando de esta manera el reglamento general de gestión ambiental que indica la ineludible obligación de informar a las autoridades competentes cualquier afectación al medio ambiente. Por su parte, las comunidades afectadas han tenido poca representación centralizada, lo que no ha permitido su articulación, y sus esfuerzos en gran medida se han visto disminuidos frente a las acciones de la empresa. En tanto, los movimientos ambientalistas y cívicos han orientado su accionar a la problemática ambiental y ecológica del derrame. En cuanto a las autoridades departamentales, han desaprovechado las competencias de gestión, fiscalización y

control que la ley les otorga, lo que constituye negligencia y encubrimiento pasibles de sanción por ley.

8. Las opciones legales

Hecha la revisión de la base legal aplicable al problema del derrame de petróleo, se deduce que la búsqueda de solución se manejó bajo la perspectiva de tres opciones: el proceso administrativo, la conciliación extrajudicial y el proceso judicial.

8.1. El proceso administrativo

El proceso administrativo —así como sus sanciones— puede ser aplicado en el marco de la normativa propugnada por la Superintendencia de Hidrocarburos y también en el de la ley medioambiental, especialmente en su Reglamento general de gestión ambiental.

En esta instancia, el Viceministerio de Energía e Hidrocarburos y la Superintendencia establecieron una multa de Bs. 710.000 para Transredes. Sin embargo, la sanción establecida en el Reglamento de Gestión Ambiental de la Ley del Medio Ambiente (art. 97) es una multa de tres por mil sobre el monto del patrimonio o activo declarado por la empresa. En el caso que nos ocupa, la sanción administrativa se ha condicionado a los dictámenes de auditoría ambiental. Pero, de aplicarse como instruye la ley, y de acuerdo a datos de la revista *Nueva Economía* (25/09/2000), Transredes es la empresa más grande en activos, con 7.124 millones de bolivianos y la tercera empresa con mayor patrimonio, con 2.700 millones de bolivianos, por lo que la multa máxima según sus activos sería de 21 millones de bolivianos y de 8 millones, según su patrimonio.

8.2. La conciliación extrajudicial

La conciliación extrajudicial —firma de convenios de compensación entre Transredes y las comunidades— se enmarca en las previsiones de la Ley de Arbitraje y Conciliación.

La inoperancia de las autoridades en el ejercicio de sus prerrogativas asignadas por la ley, ha permitido que Transredes base su estrategia en la explotación del componente socioeconómico. Como existía un vacío en la definición de estrategias legales por parte de las comunidades, de los organismos ambientalistas y cívicos y de las autoridades, Transredes inició un proceso de negociación con los representantes de las comunidades afectadas. Elaboró unilateralmente documentos que debían ser llenados y firmados por los representantes de las comunidades: el convenio marco y el convenio transaccional y de compensación.

El convenio marco consideró el evento del derrame de petróleo como externo y ajeno a la voluntad de Transredes y, por tanto, no imputable. Sin embargo, asumió responsabilidad por los daños y perjuicios causados por el derrame —en caso de comprobar que el hecho ha afectado a las comunidades—, obligándose a ejecutar un plan de emergencia y resarcimiento de daños directos. También se establece que las divergencias, reclamos o desavenencias que no puedan ser resueltas amigablemente entre las partes, se resolverían mediante conciliación y arbitraje en el marco de la Ley 1770. Un acta anexa al convenio estipula el procedimiento a seguir en el llenado de formularios de reclamo, los que son evaluados y valorizados por los evaluadores independientes, seleccionados por las comunidades, pero remunerados por Transredes. Las observaciones relevantes al convenio marco son:

El contenido de los convenios marco ha sido elaborado por la empresa con un formato común; una sola de las partes ha fijado las condiciones y por lo tanto no es de libre y voluntario acuerdo de ambas partes. Se trataría propiamente de un contrato de adhesión más que de un convenio.

El convenio ha sido firmado por los representantes designados por las comunidades, pero éstos no contaban con personería que los acredite, de acuerdo a las cláusulas primera y quinta que habla de la representatividad de las partes.

El notario de fe pública actuó fuera de su jurisdicción y dio por reconocidas las firmas y rúbricas de quienes suscribieron el acta.

Transredes pretendió deslindar responsabilidades en el régimen civil por los daños y perjuicios causados a los recursos naturales, que son bienes de dominio originario del Estado. Este aspecto puede determinar la nulidad de un contrato privado.

El convenio transaccional y de compensación destaca que el monto de indemnización será utilizado por CARE para el financiamiento y ejecución de proyectos sociales o compensación en especie; en la cláusula quinta, reitera que el convenio comprende todos los daños y perjuicios directos o indirectos causados por el derrame de petróleo y que, por consiguiente, la comunidad suscriptora renuncia de manera definitiva a toda acción y derecho para iniciar cualquier reclamo, demanda, querella, denuncia u otra acción judicial o extrajudicial contra Transredes o cualquiera de sus personeros, en las vías arbitral, civil, penal o administrativa y que no hay opción de reclamo alguno contra la empresa a excepción de los resultados y recomendaciones finales de la

auditoría ambiental. Transredes garantiza la ejecución del convenio con todos sus bienes habidos y por haber.

Las observaciones principales al convenio son:

- Transredes determinó unilateralmente los modos y mecanismos de compensación, incorporando a CARE en una relación que era bilateral, sin consultar la posición de las comunidades al respecto.
- Desconoce la capacidad de la comunidad para efectuar el cobro directamente, obligándola a aceptar la participación de CARE.
- Obligan a renunciar a toda acción y derecho para iniciar cualquier reclamo, demanda, querella, denuncia u otra acción judicial o extrajudicial contra Transredes.
- Asumen que las partes tienen capacidad de disposición de los bienes objeto de la transacción, pero no caen en cuenta que se trata de bienes del Estado, condición que puede determinar la nulidad del contrato.
- Transredes, al obligarse a cumplir con las recomendaciones emergentes de la auditoria ambiental, asigna el papel de jueces a quienes realizan la auditoría ambiental, condición que podría dar lugar a la nulidad del convenio.

8.3. El proceso judicial

El proceso judicial fue la vía asumida por comunidades y movimientos ambientalistas que no firmaron ningún convenio con la empresa.

Las sanciones aplicables, producto del proceso judicial como vía de solución del conflicto ambiental, dependen principalmente del planteamiento de la demanda y del curso de las acciones judiciales, para determinar si el proceso corresponde a la vía civil o penal.

Las comunidades establecieron la pertinencia de un proceso judicial por la vía civil, buscando la indemnización a los daños en sus propiedades causados por el derrame.

En la percepción de las organizaciones ambientalistas y cívicas, los daños han incidido sobre bienes ambientales, esto es, bienes de derecho público. Consecuentemente, la tipificación debería realizarse en el marco del código penal y la normativa ambiental inherente al derrame de petróleo.

8.4. Factores que limitaron la aplicación de la legislación ambiental

- Conocimiento deficiente de la Ley del Medio Ambiente para el ejercicio adecuado de sus preceptos.
- Visión limitada sobre la importancia del medio ambiente; los problemas ambientales atingen a problemas de desarrollo sostenible, pero en al realidad están desarticulados respecto de las políticas económica y fiscal que los marginan.
- No se valora —social e institucionalmente— a la educación ambiental.

Existen vacíos legales en cuanto a la contaminación petrolera.

Conclusiones

Simulación del derrame de petróleo

Pese a las limitaciones en las observaciones que pudieron hacerse al escalamiento de la simulación del derrame de petróleo, los resultados encontrados permitieron concluir que:

- Las concentraciones de BTEX, PAHs y TPH en el agua del río, en los días que siguieron al derrame, han superado los estándares de comparación utilizados para el agua potable.
- Debido a la velocidad del río, el petróleo superficial habría demorado entre dos y tres días para llegar a la desembocadura al lago Poopó.
- Según el tipo de suelos, el proceso de evaporación es más lento. De suelos arcillosos a suelos con mayor contenido de arena, demoran entre 6 y 21 días para la evaporación de los componentes volátiles.
- En los primeros días, el proceso de evaporación fue importante, produciendo niveles de contaminación en el aire suficientes como para causar efectos en los animales y pobladores de las comunidades. Esto confirmó el estudio de impacto en la salud realizado por ENSR, que encontró una patología reaccional directa al aire y agua contaminados por hidrocarburos.
- Se establece que el flujo turbulento del río ha contribuido al proceso de disolución de los contaminantes en el agua del río, por lo tanto, no es extraño que éstos hayan ingresado en los lagos Uru Uru y Poopó, afectando aves y peces.

Impacto agronómico

El impacto del derrame en el orden agronómico se tradujo fundamentalmente en dos escenarios: en el corto plazo o efectos directos y en el mediano plazo o efectos indirectos, tanto en las praderas nativas como en las praderas introducidas que son el sostén de la alimentación de los ganados existentes en la zona. Los impactos del derrame en los cultivos agrícolas han disminuido la seguridad alimentaria y también los ingresos de los pobladores, que vendían sus productos. Por otra parte, se han modificado los calendarios y las zonas de pastoreo, incidiendo gravemente en el sobrepastoreo de las praderas a secano.

Los impactos directos se concretaron en las praderas nativas, donde se procedió al corte de vegetación para limpieza y se suspendió el riego. Estos aspectos influyeron directamente en el crecimiento de las plantas y en la disminución de la biomasa que se esperaba obtener. De la misma manera, en los pastos introducidos se suspendió el riego.

En el mediano plazo, los impactos indirectos incidieron en la pérdida de rebrotes y sobreuso de forrajes introducidos. La mortalidad de ganado fue otro de los daños en la ganadería que, consecuentemente, disminuyó los ingresos por venta de ganado en pie hasta el mes de julio, además de que se evidenció la caída de precios en la carne, por obra de los "rescatistas".

Se han alterado los sistemas y zonas de pastoreo, lo que ha derivado en el sobrepastoreo, sobreuso y pérdida de calidad nutritiva de los cultivos, echo que ha repercutido en la disminución de los ingresos de los comunarios.

La acción inmediata de muchos ganaderos fue compensar el déficit de forraje alquilando o comprando heno. Los ganados fueron pastoreados en los pastos introducidos, que son utilizados estratégicamente, puesto que en muchos casos se guardan como heno o ensilaje para la época seca.

Se produjo también escasez de agua, tanto para consumo humano como para el consumo de sus animales, pese a que Transredes dotó de agua a las comunidades que así lo requerían.

Impacto económico

Para obtener la valoración económica de los recursos naturales afectados se cuantificaron los precios de bienes no mercadeables, a través de bienes sustitutos.

Se pudo cuantificar económicamente los siguientes impactos: corte de vegetación impregnada con petróleo; consumo no oportuno de praderas nativas; suspención de riego en pastos nativos e introducidos; pérdida de implantación de cultivos (forrajes introducidos). En el corto plazo y mediano plazo fueron monetarizadas las pérdidas de rebrotes de pastos y el sobreuso de los forrajes introducidos.

La cuantificación de la mortalidad de ganado se hizo a través de un modelo matemático que permitió obtener una cifra económica que se asume como pérdida de los comunarios afectados. También se llegaron a cuantificar las pérdidas por disminución de ingresos económicos por la venta de ganado, que se evidenció fundamentalmente en los mercados intermedios.

La valoración económica de los efectos en la salud humana, a través de los costos de tratamiento, es un aspecto muy interesante en la investigación, de la misma manera la valoración de las jornadas restringidas. Fue mucho más compleja la cuantificación de enfermedades crónicas.

La valoración de la calidad de agua es una aproximación muy importante para futuros trabajos, particularmente por su modelo, que es encontrar el valor a partir de la disposición a pagar por la mejora de la calidad de agua. El valor económico estimado es el que los comunarios estarían dispuestos a pagar por tener agua libre de contaminación en un año.

Conflicto ambiental

El derrame de petróleo producido el 30 de enero de 2000 constituye el mayor evento de contaminación por actividades petroleras, produciendo daños ambientales y agropecuarios, y que ha generado un conflicto ambiental entre los pobladores de las poblaciones afectadas y la empresa Transredes.

El conflicto ambiental manifestó variaciones en cuanto a la direccionalidad a seguir, que ha variado en el sentido de las adecuaciones implementadas y las estrategias que cada actor ha asumido y adoptado en su recorrido. En este sentido las primeras acciones han tenido mayor influencia en el resto del desarrollo de los hechos.

Podemos advertir que todo el proceso ha seguido un curso relativamente rápido, y que los comunarios (independientemente de los resultados de la compensación) prefirieron una solución pronta.

Según los planteamientos teóricos sobre conflicto ambiental y su solución, en el que nos ocupa se han seguido los pasos tradicionales, pero simultáneamente se han

adoptado otros. El modelo aplicado por la empresa es uno que, por su eficiencia, está siendo puesto en consideración de la comunidad internacional, para que sea adaptado a nuevos espacios ambientales de desastres ecológicos. El relacionamiento directo (empresa-afectados) no sólo ha dejado de lado a las autoridades sino que también ha dado lugar a una solución "favorable".

De todos modos, el modelo aplicado por la empresa no ha superado conflictos sociales durante el proceso de negociación y compensación, originados en problemas internos en la comunidad, entre familias, etc. No se descarta el hecho de que estos conflictos internos perduren.

La estructura organizacional de la empresa ha causado —y en otros casos, ha afianzado— la división o la unión entre comunarios y sus representantes políticos.

Sobre las comunidades de estudio han llevado un proceso similar, pero ha quedado en ellas la impotencia y el desaliento de no haber logrado una compensación "acorde" a sus expectativas o "cercana" a los resultados de la evaluación independiente. Pero también el "sentimiento de desamparo" y de "decepción" respecto de las autoridades nacionales.

Las autoridades ejecutivas no exigieron el cumplimiento de los requisitos estipulados por las leyes para el establecimiento de empresas y los posibles riesgos en el desarrollo de su actividad. En cambio, la Superintendencia de Hidrocarburos cumplió, aunque con demora, con la sanción hacia Transredes.

El conflicto ambiental ha dejado sus secuelas sobre la producción ganadera —y la pérdida económica que ello supuso—, que además se refleja en la comercialización y venta de productos derivados comestibles de la actividad pecuaria (queso, carne).

El respaldo que recibieron los actores de este conflicto fue diferencial. En el caso de los afectados, por la falta de recursos económicos, recurrieron a organizaciones cívicas y medio ambientales en busca apoyo y asesoramiento técnico y legal. En cambio, los generadores del conflicto ambiental, con mayores recursos económicos, profesionales y estrategias, pudieron manejar el proceso de acuerdo a su criterio. La participación de las autoridades nacionales se caracterizó por el desinterés y el "abandono" a las comunidades en las etapas del conflicto; y por la ineficiencia en la aplicabilidad (tiempo y agilidad) de la Ley de Medio Ambiente.

Para Transredes la resolución del conflicto fue satisfactoria en la medida que cumplió con sus objetivos empresariales, es decir, minimizar gastos, conservar una imagen

empresarial en el país. En cuanto al Plan de acciones que implementó en el conflicto, a su parecer llegó a cubrir satisfactoriamente todas las necesidades demandadas por la situación, hecho que valorizó el plan, que se vislumbra como modelo para enfrentar accidentes parecidos.

Las autoridades, a pesar de la demora, aplicaron "parcialmente" la ley medio ambiental, logrando ejecutar la Auditoria Ambiental y la sanción a la empresa. Sin embargo, tuvo una actitud conformista, en el sentido de aceptar todas las acciones que Transredes implementó durante el proceso del conflicto.

Para las comunidades afectadas, las acciones emprendidas por Transredes dejaron un sentimiento de inconformidad, ya que fueron ejecutadas parcialmente y de acuerdo al criterio de la empresa. Por ejemplo, la etapa de limpieza se desarrolló de manera superficial y en la etapa de compensación no tomó en cuenta los resultados de las evaluaciones independientes ni las expectativas de los comunarios.

Los actores muestran una relación asimétrica para enfrentar a sus oponentes en cuanto al uso y manejo de recursos y estrategias. Se advierte claramente el poder económico de la empresa, la influencia política y administrativa para manipular el curso secuencial a su favor. Este privilegio resulta ser la deficiencia de las comunidades y de las autoridades.

La concepción del medio ambiente fue fragmentada, pues se tomaron nuevos parámetros, otorgándole una valoración económica.

El proceso del conflicto llevó a la fragmentación de las organizaciones sociales, políticas y tradicionales de las comunidades de estudio. Así, en la comunidad de Toma Toma las autoridades no han participado de la representación ante la empresa; pero además, algunas se independizaron de sus cantones para tener un trato directo con Transredes, como Villa Chuquiña y Chuquilaca. A diferencia de éstas, Huancaroma fortaleció su organización de regantes (subcentral de canales de riego).

Legislación ambiental

La estrategia legal de la empresa estuvo basada en la Ley de Arbitraje y Conciliación, y se concretó en la suscripción de convenios marco bajo presión a las comunidades, existiendo observaciones sobre la validez jurídica de este procedimiento y su pertinencia en la aplicación, puesto que tiene como alcance sólo los daños civiles y no la penalización de la contaminación. La estrategia se percibe como maniobra para evitar el juicio penal.

La aplicación de sanciones a la empresa, mediante el procedimiento administrativo no es significativa frente a la magnitud del desastre ambiental y se establece que la aplicación de multas por este mecanismo, solamente conduce a evitar un procesamiento en materia de medio ambiente.

La posición de la autoridad ambiental de esperar los resultados de la auditoría ambiental, sólo responde a la dilación de medidas de sanción y penalización, ya que la auditoría ambiental es un medio para la imposición del pago de la responsabilidad civil y no determina la comisión del delito mismo.

Existe una inadecuada tipificación del delito de contaminación ambiental por derrame de petróleo, específicamente en su caracterización técnica, tanto en la ley del medio ambiente como en el código penal.

La carencia de recursos, experiencia y falta de capacitación han determinado la insuficiencia de la aplicación de la legislación ambiental en general.

Recomendaciones

El presente estudio ha hecho un esfuerzo por visualizar todo el escenario y a la mayoría de los actores, pero la amplitud del espacio se ha convertido en "limitante" que podría ser superado con estudios específicos por actores, por temas, etc. Resulta interesante una investigación sobre los derrames de petróleo en nuestro país, y las soluciones planteadas.

Pese a contar con un equipo multidisciplinario, creemos que el tema no se ha agotado, pues se trata de un conflicto que abarca varios aspectos, que se han tomado en cuenta en la medida de las posibilidades; sin embargo, la investigación lanza puntos que podrían ser tratados en posteriores estudios.

Sugerimos realizar otras investigaciones con la finalidad de generalizar estos datos y/o compararlos con otros estudios sobre hechos similares. Pero también realizar un seguimiento de temas específicos, como los efectos a largo plazo en la salud de los comunarios y otros que han trabajado durante la etapa de la limpieza, tomando en cuenta variables temporales, genéricas, etáreas y, por supuesto, en sus descendientes.

- Eliminar el material contaminado y cosechado por medios no contaminantes y evitar que este material quede expuesto a las lluvias de la nueva estación.
- Incluir en el programa de restauración, costos de prácticas de restauración de áreas donde se alteró severamente el suelo en las labores de limpieza.
- En áreas con suelos severamente contaminados se deben establecer parcelas de control para la recuperación del potencial productivo de estas áreas.

- Se debería de considerar un plan de manejo en cosecha y recolección de semillas, control de plantas tóxicas, resiembra de praderas, cercos de manejo, producción y conservación de forrajes, construcción y mejoramiento de canales de riego, limpieza y dragado de canales, abonado con estiércol, riegos suplementarios, exclusión de pastoreo.
- Evitar la consolidación del uso de las varias vías de acceso nuevas, principalmente en las praderas intermedias abiertas para limpiar las áreas contaminadas.
- Continuar el programa de limpieza de los suelos de praderas para mitigar efectos secundarios a largo plazo de los residuos de petróleo que permanecen en el subsuelo.
- Sería muy interesante cuantificar otros daños, principalmente en praderas nativas, como la superficie compactada por transito vehicular, el consumo temprano de rebrotes y la afectación a través del sobrepastoreo de las praderas a secano.
- Se podría efectuar un trabajo para la cuantificación del ecosistema como tal, a partir de la teoría de sistemas (teoría del caos), que se basa en la dinámica de sistemas, pero para ello es necesario contar con una línea base muy amplia y estructurada, también desde el punto de vista toxicológico.
- También sería importante calcular el déficit de agua tanto para el consumo humano como animal; lo mismo con los jornales perdidos por los comunarios y los dirigentes de cada comunidad afectada; y los cambios provocados en las comunidades afectadas, en lo organizacional (tradicional y político), familiar, formas de relacionamiento en situaciones de negociación, etc.
- Revisar y revertir los obstáculos "burocráticos" en situaciones similares y también sobre la aplicabilidad de las leyes, principalmente las medio ambientales, así como la responsabilidad de cada actor respecto del tema.
- La participación de las autoridades en conflictos de carácter ambiental (en todas sus fases) debe ser "ineludible", sobre todo si se compromete la salud publica. Que las autoridades gubernamentales asuman una actitud responsable sobre sus funciones, en la aplicación y cumplimiento de las leyes medio ambientales. A raíz de esta experiencia del derrame es necesario fortalecer, ajustar o adicionar normas y exigencias en la normativa ambiental vigente.
- Recomendamos la evaluación periódica de áreas afectadas, en cuanto suelo, agua, agricultura, ganado, salud humana, etc. Establecer un programa para identificar efectos futuros en la salud de los comunarios.

- Capacitar y difundir los derechos ciudadanos, leyes medio ambientales y capacitación legal en las organizaciones comunales.
- Se requiere un estudio de carácter técnico, basado en regulaciones internacionales, acerca de los parámetros relativos a las propiedades tóxicas del petróleo en diferentes medios, para complementar el marco jurídico, principalmente en los reglamentos del medio ambiente, y establecer los valores límites admisibles y su evaluación.
- Existe la opinión generalizada de que deben generarse instancias regulatorias como una superintendencia de medio ambiente, especificando su competencia en el carácter administrativo de los procesos de control, ya que actualmente la legislación ambiental se halla afectada por disposiciones sectoriales que dan un trato especial y flexible.
- Es imprescindible el estudio de instancias judiciales especializadas sobre temas ambientales, además de incorporar la participación ciudadana en temas relativos a la problemática de la contaminación ambiental.

Bibliografía

ALZÉRRECA, Humberto.

1988 "Evaluación de praderas nativas del área sur". En: *Programas de autodesarrollo campesino*. Oruro, Bolivia, "s.e.".

1992 *Producción y utilización de los pastizales de la zona alto andina de Bolivia*. "s.l.", REPAAN; IBTA.

AZQUETA, A.

1994 *Valoración económica de la calidad ambiental*. "s.p.i.".

BOLIVIA. LEYES, DECRETOS, ETC.

1976 *Código Civil*. La Paz, Edit. Serrano.

1992 *Ley 1333 del Medio Ambiente*. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

1994 *Constitución Política del Estado*. La Paz, H. Congreso Nacional; Fundación Conrad Adenauer.

Ley 1600 SIRESE. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

1995 *Decreto Supremo 24176. Reglamento de prevención y control ambiental*. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

Decreto Supremo 24176. Reglamento en materia de contaminación hídrica. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

Decreto Supremo 24176. Reglamento para actividades con sustancias peligrosas. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

1996 *Ley 1689 de Hidrocarburos*. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

Decreto Supremo 24335. Reglamento ambiental para el sector de hidrocarburos. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

Decreto Supremo 24398. Reglamento de transporte de hidrocarburos por ductos. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

Ley 1715 del Servicio Nacional de Reforma Agraria (LEY INRA). La Paz, Ministerio de Desarrollo Humano; Danida.

1997 *Decreto Supremo 24784. Reglamento de la Ley INRA.* La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

Ley 1760 de Abreviación Procesal Civil y Asistencia familiar. La Paz, Gaceta Oficial de Bolivia.

1999 *Ley 2028 de Municipalidades.* La Paz, H. Congreso Nacional.

"s.f." Ley 1257 de Aprobación y Ratificación del Convenio 169 de la OIT.

Ley 1770 de Arbitraje y Conciliación.

Ley 1788 de Organización del Poder Ejecutivo.

Reglamento a la Ley de Organización del Poder Ejecutivo.

BOLIVIA. VICEMINISTERIO DE PARTICIPACIÓN POPULAR Y FORTALECIMIENTO MUNICIPAL

1999 *Proyecto de desarrollo de comunidades rurales-II. Plan de desarrollo municipal del Choro.* Oruro, ASYCON SRL.

Proyecto de desarrollo de comunidades rurales. Plan de desarrollo municipal de Eucaliptos, provincia Tomás Barrón. Oruro.

BUSTAMANTE, Z.; RUIZ, C.

1988 *Forrajes del altiplano central de Bolivia. Ecología de Bolivia.* "s.p.i.".

CANTER, Larry W.

1998 *Manual de evaluación de impacto ambiental.* Colombia, D'vinni.

CASTRE, R.

1997 *Producción de ovinos.* Puno, Perú, "s.e.".

CÁCERES, Magali y ORTEGA, Marty

1995 *Comportamiento y sobreposición alimenticia de tres especies domésticas (ovinos, bovinos y equinos) en el altiplano central de Bolivia.* La Paz, IBTA; MACA; USAID.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN FORRAJES (CIF)

1997 *Forrajes y semillas forrajeras.* Cochabamba, Bolivia. CIF-Gaviota.

CRESPO CALLAÚ, J. Renato

1999 *Diccionario de términos ambientales.* Cochabamba, CESU; UMSS.

CRESPO FLORES, Carlos y ORELLANA HALKYER, René
1999 *Conflictos ambientales. Dos casos: agua y territorio*. Cochabamba, CERES.

DOMINIQUE, Hervé y ROJAS, Abel
1994 *Vías de intensificación de la ganadería bovina en el altiplano boliviano*. La Paz, ORSTOM.

DOMÉNECH, Xavier
1993 *Química ambiental, el impacto ambiental de los residuos*. 2 ed., Madrid, Miriguano ediciones.
Química del suelo. El impacto de los contaminantes. Madrid, Miriguano ediciones.
Química atmosférica, origen y efectos de la contaminación. Madrid, Miriguano ediciones.

ESCÓBAR, Arturo
1995 "El desarrollo sostenible: dialogo de discursos". En: *Ecología política, cuadernos de debate internacional*. Barcelona, FHEM; ICARIA.

ENSMINGER, M.E.
1983 *Alimentos y nutrición de los animales*. Buenos Aires, Ateneo.

FIELD, Barry C.
1998 *Economía ambiental. Una introducción*. Colombia, McGraw-Hill.

FLORES y MALPARTIDA
1987 *Manejo de praderas nativas y pasturas*. Perú, "s.e.".

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA ECOLOGÍA (FUND-ECO)
2000 *Diagnóstico ambiental Desaguadero-Poopó*. "s.p.i.".

FOLADORI, Guillermo
"s.f." *Una tipología sobre el pensamiento ambientalista*. "s.p.i."

GONZÁLEZ, Alfonso
1990 "Las luchas ecológico-sociales en México, ¿hacia donde?". En: *Ecología política, cuadernos de debate internacional*. N° 3, Barcelona, FHEM; ICARIA.

GRILLO FERNÁNDEZ, Eduardo
1990 "Lenguajes en las culturas andina y occidental moderna". En: *Cultura andina agrocéntrica*. Lima, PRATEC.

INIP y SARH
1980 *Manual de métodos de muestreo de vegetación*. Serie Técnico-científica. Vol.1 México.

ILDIS
1996 *La gestión ambiental y el Estado local*. Cochabamba, CERES; FACES; UMSS. Debate regional Cochabamba-22 "La gestión ambiental y el Estado local".

INSTITUTO DE EPIDEMIOLOGIA Y SALUD COMUNITARIA "MANUEL AMUNARRIZ"
"s.f." *Informe Yana Curi. Impacto de la actividad petrolera en la salud de poblaciones rurales de la amazonía ecuatoriana*. Quito, Coca.

LIGHT, Donald *et al.*
"s.f." *Sociología*. Quinta edición, México, Mc Graw Hill.

MALIANDI, Ricardo
1984 *Cultura del conflicto: Investigaciones étnicas y antropológicas*. Buenos Aires, Biblos.

MARTÍNEZ ALIER, Joan
1995 *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona, ICARIA.

MATA, Alfonso y QUEVEDO, Franklin
1990 *Diccionario didáctico de ecología*. San José, Editorial de la Universidad de Costa Rica.

MENDIETA, Juan Carlos
1999 *Manual de valoración económica de bienes no mercadeables*. Bogotá, Universidad de los Andes.

MIRANDA, Francis.
1995 *Manual de pastos nativos mejorados y forrajes*. Arequipa, Perú, "s.e".

MOLFINO DE TAKAHASHI, Susana y ANDINA, María
1998 *Medio ambiente, problemas y perspectivas*. Argentina, El Ateneo.

NICHOLSON, Walter
1998 *Teoría macroeconómica*. España, McGraw-Hill.

OBSERVATORIO LATINOAMERICANO DE CONFLICTOS AMBIENTALES (OLCA)
1998 *Guía metodológica para la gestión comunitaria de conflictos ambientales*. Santiago, OLCA

ORELLANA, René
1995 *Aproximaciones a un marco teórico para la comprensión y el manejo de conflictos socioambientales*. Cochabamba, FTPP; FAO.

PADILLA, César y SAN MARTÍN, Pablo
1995 *Conflictos ambientales: una oportunidad para la democracia*. Santiago, OLCA; IEP.

PALADINES, M. O.
1992 *Metodología de pastizales para trabajar en fincas y proyectos de desarrollo agropecuario*. Quito, PROFOGAN; MAG; GTZ.

PEARCE, David y TURNER, Kerry
1995 *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. España, Colegio de Economistas de Madrid.

PEREIRA, David y MERCADO, Johnny
1995 *Ecología, cosmovisión y tecnología en el mundo andino*. Cochabamba, UCB; UMSS; CESU.

POLARIS
2000 *Derrame de petróleo en el río Desaguadero. Destino y persistencia del petróleo derramado.*

ORURO. (Dpto.). PREFECTURA. DIRECCIÓN DEPARTAMENTAL DE FORTALECIMIENTO MUNICIPAL Y COMUNARIO
1999 *Plan de desarrollo municipal 2000- 2004*. Provincia Saucari, Municipio Toledo.

PATCH INTERNATIONAL
2001 *Reporte de resultados de laboratorio*. Oruro, Comité Cívico.

PROYECTO PILOTO ORURO

1996 *Aspectos ambientales de los metales y metaloides en el sistema hidrológico del Desaguadero.* "s.p.i.".

RAPPAPORT, Roy

1990 "Antropología, lecturas". En: BOHANNAN Paul y GLAZER, Mark. España, Mc Graw Hill.

REYNOSO, Carlos

1998 *Corrientes en antropología contemporánea*. Buenos Aires, Biblos.

RÍOS GRANDY, Carmen Rosa

2001 *Biodegradación de aceites*. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico en la UTO, Oruro.

SABATINI, Francisco

1995 *Chile: conflictos ambientales locales y profundización democrática*. Cochabamba, Dossier de la Maestría en Economía Ecológica realizada en la ciudad de Cochabamba, del 18 al 22 de enero de 1999.

1996 "Conflictos ambientales en América Latina: ¿distribución de externalidades o definición de derechos de propiedad?" En: *Revista Estudios Sociales* Nº 92 (2). Santiago.

SANTADREU, Alain

1999 *Estudios en ecología social. Descentralización y conflictos ambientales: conflicto por la construcción de una planta incineradora de desechos hospitalarios en Montevideo*. Uruguay: Centro Latino Americano de Ecología Social, CLAES.

STEWARD, Julián

1992 "Antropología, lecturas". En: BOHANNAN Paul y GLAZER, Mark. España, Mc Graw Hill.

TRANSREDES S.A.

2000 *Plan de los trabajos de limpieza, monitoreo y compensación*. Segundo informe. La Paz, Transredes.

2001 *Conclusión de las operaciones de limpieza y actualización del programa de compensación*. Tercer informe intermedio. La Paz, Transredes.

THE INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LTD.
"s.f." *Reacción ante derrames de hidrocarburos en el mar. Buenos Aires. Emergencias petroleras* "s.p.i.".

VALDÉS y VALDÉS
1996 "Ecología cultural". En: PRAT, Joan y MARTÍNEZ, Angel. *Ensayos de Antropología cultural*. Barcelona, Ariel

VAN HAUWERMEIREN, Saar
1998 *Manual de economía ecológica*. Santiago, Instituto de Ecología Política.

VAN KESEL, Juan
1992 *Cuando arde el tiempo sagrado*. La Paz, Hisbol.

Autores

Juan Carlos Montoya Choque

Ingeniero Agrónomo graduado de la Universidad Técnica de Oruro, tiene una maestría en Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales por la Universidad de Los Andes, Colombia y la Universidad de Maryland, EE.UU. Es docente en la Universidad Técnica de Oruro y en la Universidad Siglo XX. Fue responsable económico de la Auditoría Ambiental a Transredes. Es consultor evaluador del FPS.

Jorge Amusquívar Fernández

Es Ingeniero Químico graduado de la Universidad Técnica de Oruro. Obtuvo una maestría en Educación Superior en la UTO, en convenio con la Universidad de La Habana. Es docente de la Facultad Nacional de Ingeniería y consultor en medio ambiente.

María Angélica Flores Guzmán

Licenciada en Sociología de la Universidad Mayor de San Simón. En su desempeño profesional se ha vinculado a la investigación en ciencias sociales en entidades como la UMSS y el Centro de Investigación y Estudios para la Mujer (CIEM), entre otras.

Ángel Mollo Mollo

Ingeniero Agrónomo graduado de la Universidad Técnica de Oruro. Fue consultor de SEMAC SRL y Transredes en la evaluación socioeconómica del derrame de petróleo en el río Desaguadero. Es responsable en el área de forrajes en el proyecto CARECRUZ- SEMAC SRL-PASA.

Pamela V. Sánchez Pereira

Licenciada en Antropología de la Universidad Técnica de Oruro. Se ha dedicado a la investigación social y desarrolla trabajos en temáticas de cosmovisión andina.

Este libro se terminó de imprimir en el mes de julio de 2002,
en los Talleres de Editorial Offset Boliviana Ltda. "EDOBOL".
Calle Abdón Saavedra Nº 2101 – Telfs.: 241-0448 • 241-2282 • 241-5437
Fax: 242-3024 – Casilla 10495
La Paz - Bolivia